

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO INSTALACIONES
ELECTROMECAÓNICAS DE UN CENTRO
COMERCIAL**

**INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL:
ESPECIALIDAD ELÉCTRICA**

AUTOR: Pablo Pulido Navarro

TUTOR: José Luis Pérez Díaz

OCTUBRE 2011

INDICE GENERAL

Pg

- 0.- OBJETIVOS
- 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA
- 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- 3.- PLIEGO DE CONDICIONES
- 4.- ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
- 5.- PRESUPUESTO
- 6.- ANEXOS
- 7.- PLANOS

OBJETO

OBJETO

Este proyecto se realiza exclusivamente a efectos de la obtención del título de Ingeniero Técnico Industrial especialidad Electricidad por parte de su autor.

El objeto de este proyecto de fin de carrera es planificar, describir, calcular y presupuestar la instalaciones electromecánicas de baja y media tensión y la protección de contra incendios mediante agentes gaseosos.

El centro comercial esta situado en la Avenida de Utopía nº π , Leganés (Madrid), C.P. 28911. El centro comercial consta de planta baja, ocupada principalmente por la sala de ventas (aproximadamente 7000 m²), zona de reservas, almacenes, cámaras, y zona de carga o descarga (aproximadamente 2000 m²), y la planta primera ocupada en su totalidad por oficinas, dependencias del personal y locales técnicos con una superficie de 700 m², la superficie total construida es de 9567 m². Al ser un local comercial se deberá tratar como local de pública concurrencia.

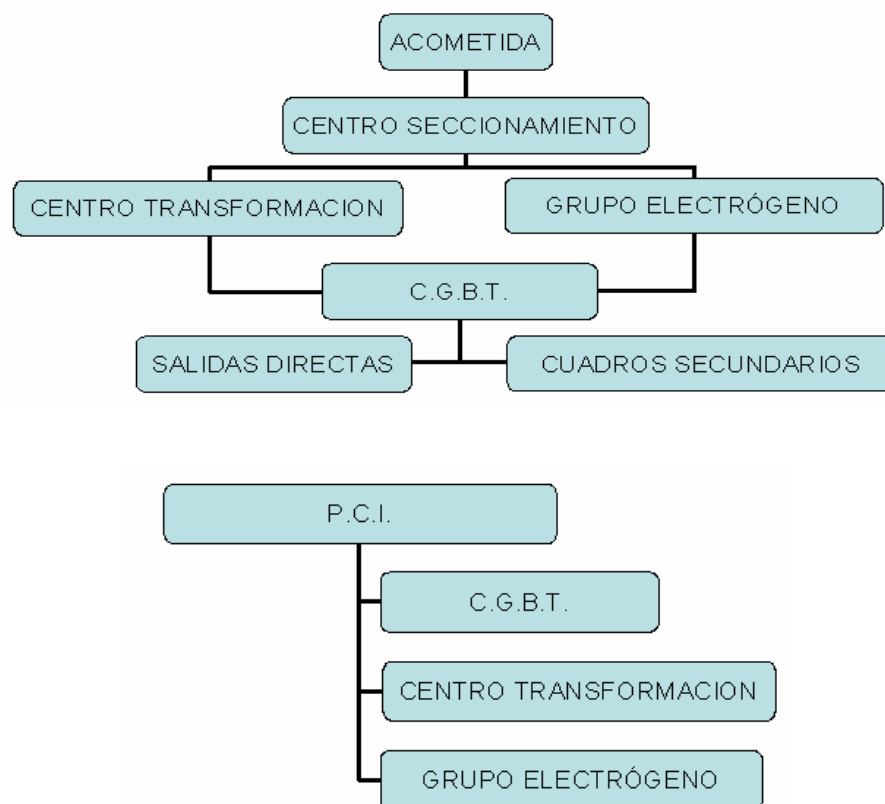


Fig 1. Esquema eléctrico y P.C.I. del centro comercial

El orden seguido para el diseño de las instalaciones electromecánicas será el siguiente: primero definir, calcular y diseñar la instalación de media tensión. Esta instalación de media tensión constara de varias partes. Primeramente estará el centro de Seccionamiento, compuesto por varias celdas que permiten sacar una derivación de la línea de compañía. Más tarde la línea llegara al centro de transformación, compuesto por celdas de protección y control de la línea.

Los elementos descritos en el párrafo anterior son los necesarios para alimentar el centro de transformación del centro comercial, el cual será el encargado de reducir la tensión de distribución de la compañía eléctrica hasta las tensiones de consumo. El centro de transformación será la segunda parte a definir en el proyecto.

Una vez calculado el centro de transformación obteniendo baja tensión, el siguiente paso será la definición del cuadro general de baja tensión (C.G.B.T.), Desde este cuadro se distribuirá electricidad en baja tensión a todos los receptores del centro comercial, ya sean otros cuadros secundarios como pueden ser los cuadros de la sala de ventas, oficinas, etc. Para hacer posible la distribución de energía desde el C.G.B.T. será necesario previamente el cálculo de los conductores necesarios.

Seguidamente nuestro objetivo será el cálculo de los elementos de protección y elementos de conexión que albergarán cada uno de nuestros cuadros secundarios.

Como apoyo al transformador y por considerarse un local de pública concurrencia será necesaria la definición y dimensionamiento de un grupo electrógeno para partes del edificio que no puedan quedarse sin energía.

Por otra parte se llevará a cabo el diseño de una red de tierras por todo el centro comercial que proteja las instalaciones y sobre todo los contactos indirectos de las personas que estén en el edificio.

Finalmente se tendrá que colocar las luminarias, tomas de corriente, etc. Por todo el centro comercial considerando las necesidades de cada zona.

La parte de las instalaciones mecánicas del edificio engloba las protecciones contra incendios mediante agentes extintores gaseosos de las siguientes recintos ya que tienen alto riesgo eléctrico. Los recintos a proteger son las salas del C.G.B.T., del centro de transformación y la sala donde esta el grupo electrógeno.

El agente extintor gaseoso que hemos elegido es el INERGEN (IG-541), en base a esto hemos diseñado el sistema de extinción de incendios, con su panel de control autónomo, batería de extinción con sistema de pesaje continuo, cabezales de descarga, válvulas, señalización luminosa y sonora, etc.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos para la ejecución de la obra.

MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE:

1.- GENERALIDADES	14
2.- LEGISLACIÓN APLICABLE	14
3.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	16
4.- PREVISIÓN DE CARGAS	17
5.- DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES	19
5.1.- INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	19
5.2. DESCRIPCIÓN INSTALACIONES B.T.	36
5.3. INSTALACIONES PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	48

1.- GENERALIDADES

Este capítulo del proyecto se refiere a las instalaciones electromecánicas, las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión y las instalaciones mecánicas, el Sistema de protección de incendios mediante agentes gaseosos, en el centro comercial en la Avenida de Utopía nº Pí, Leganés (Madrid), C.P. 28911.

Las instalaciones eléctricas comenzarán en el centro de Seccionamiento, donde llegarán los cables de acometida en MT.

Las instalaciones mecánicas de protección contra incendios mediante agentes gaseosos, IG-541, estarán ubicadas en los recintos del C.G.B.T., del centro de transformación y la sala donde está el grupo electrógeno.

2.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la realización de este proyecto han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales:

Para el apartado de las instalaciones eléctricas de MT y BT son los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (REBT). (decreto 842/02-09-04).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (Decreto 3.275/1.982).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. Modificado por el Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias (BOE de 24/12/04).
- Ley 31/1995 prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1627/1997 prevención de riesgos laborales
- Normas particulares de la compañía suministradora de energía eléctrica.
- Normas UNE y CEI de obligado cumplimiento.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (Decreto 903/1.971).
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D.3275/82 de 12 de Noviembre) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de Agosto) e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de Unión FENOSA y Distribución (U.F.D.S.A).
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- RD 1955/2000 (Real Decreto por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.)
- [RD 2351/2004, de 23 de diciembre](#) (Real Decreto por el que se modifican normas reglamentarias del mercado eléctrico. Modificación de algunos artículos del RD 1955/2000.

Para el apartado de instalaciones mecánicas, la instalación del sistema de protección contra incendios mediante agentes gaseosos las normativas y criterios a seguir son los siguientes:

- Normas U.N.E. /E.N. o en fase propuesta. (En particular 15004-1 y 15004-10, 23034:1988, 23585:2004)
- Código Técnico de la Edificación
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de Noviembre sobre disposiciones de aplicación de la directiva 89/392/CEE, sobre maquinas.
- Reglamento de Actividades molestas, nocivas, insalubres y peligrosas, R.D. 2414/61 B.O.E. del 7/12/61.
- Reglamento de aparatos a presión R.D. 1244 del 4 de Abril de 1979, B.O.E. 29 de Mayo de 1979.

- El Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios RITE

El centro esta tratado como de “Pública concurrencia”.

3.- CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

En este punto se describen y justifican las soluciones a adoptar para las instalaciones que el presente capítulo contempla.

Desde el cuadro general de BT (C.G.B.T.), alimentado por dos transformadores de 1000kVA, o extraordinariamente por el grupo electrógeno, partirán circuitos comunes para alumbrado y fuerza, usos varios e informáticos. Además, desde este cuadro general se alimentaran potencias secundarias a usos específicos en los distintos cuadros secundarios, como montacargas, cámaras frigoríficas, hornos, etc.

Para la solución a adoptar con dos escalones de protección: Cuadro General de BT y Cuadros secundarios, se diseñaran los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de tal forma, que existirá entre ellos selectividad en el disparo frente a cortocircuitos para la máxima corriente obtenida por cálculo en cada punto, teniendo en cuenta que la corriente de cortocircuito máxima en barras del Cuadro General de BT está prevista para dos transformadores de 1000kVA.

La instalación de los sistema de protección tienen como origen la sala donde están ubicados los Cuadros Generales de BT, protegiendo estos, la sala del centro de transformación y la sala donde esta el grupo electrógeno.

4.- PREVISIÓN DE CARGAS

Para la determinación de las potencias a plena carga que cubran las necesidades para los suministros normales de compañía y complementarios por grupo electrógeno.

Presentamos a continuación la relación de potencias:

RELACIÓN DE POTENCIAS	W
GRUPO ELECTROGENO	720000
SALA DE VENTAS 1	97900
SALA DE VENTAS 2	97900
SALA DE VENTAS 3	97900
SALA DE VENTAS 4	97900
SALA DE VENTAS 5	97900
SALA DE VENTAS 6	97900
SALA DE VENTAS 7	97900
SALA DE VENTAS 8	97900
OFICINAS AIRE AC.	25000
ALUMBRADO FRIO	60000
AGUA CALIENTE SANITARIA	32000
HORNOS	213500
POZO BOMBEO	19500
FRIO INDUSTRIAL	470000
PANADERIA PESCADERIA	54220
ALMACEN ALIMENTACION	39950
BAZAR TEXTIL	42720
CARNICERIA	19500
MONTACARGAS	25000
LOCALES TECNICOS	12600
CUADRO OFICINAS	48710
CAJA CENTRAL	25730
SAI	40000
TOTAL	1.871.630

Los servicios de emergencia ya están integrados en los cuadros, también dejando reservas para futuros servicios.

Para atender a esta demanda se dota a la instalación de dos transformadores de 1000kVA suponiendo un factor de simultaneidad de 1. También disponemos de un Grupo Electrónico de 720 kVA.

POT. TOTAL INSTALADA	COEF. SIMULTAN.	POT. TOTAL DEMANDADA
1.871.630	1	1.871.630

5.- DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

5.1.- INSTALACIONES DE MEDIA TENSION

El C.T. objeto de este apartado del proyecto, consta de un Centro de Seccionamiento de Compañía, con 2 Celdas de Línea, para entrada y salida de la línea de CIA, 1 celda interruptor mas remonte, 1 celda de paso de barras para paso el del CS al CT Abonado, y en el local contiguo, el Centro de Transformación de Abonado con Celda de Protección General con Interruptor Automático, Celda de Medida y 2 Celdas de Protección con Interruptor y Fusibles combinados para los Transformadores. El objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía eléctrica, realizándose la medición de la misma en MT

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 60298.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 15 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora Unión FENOSA y Distribución (U.F.D.S.A).

5.1.1.- SOLUCIÓN ADOPTADA

El presente apartado del proyecto define los nuevos elementos para la satisfacción de la Cía. Suministradora, las normas vigentes y las demandas de la propia instalación.

5.1.1.1.- Centro de Seccionamiento (CS)

Estará formado por celdas prefabricadas del tipo RM6. Formará conjunto con el CT de la planta baja, siendo ubicado en un cuarto con acceso único y exclusivo para el personal de compañía y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica. La puerta se abrirá hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura. Recibirá la entrada y salida del bucle de la Cía. y alimentará en AT el CT.

5.1.1.2.- Acometida en alta tensión al centro de transformación

Desde el CS se realizará la acometida, en AT, mediante una celda de paso de barras a las celdas de AT del centro de transformación.

5.1.1.3.- Centro de transformación (CT)

El CT será del tipo de celdas prefabricadas SM6. Recibirá la acometida del centro de Seccionamiento y lo alimentará directamente en AT. Desde la celda de medida se alimentará a través de un cable de 120mm² con malla el transformador de potencia, que estará ubicado en el mismo recinto, en una celda compartimentada con tabiques de fábrica de ladrillos y frontal de puerta metálica.

Se instalará una celda de remonte, una celda de protección general, una celda de medida y dos celdas de protección por cada transformador.

*** CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6**

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

5.1.2.- POTENCIA INSTALADA EN kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea de 1.891 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 2.000 kVA.

5.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE MT.

5.1.3.1.- Obra Civil

5.1.3.1.1.- Local

El centro de transformación objeto de este proyecto estará ubicado en el interior de un edificio destinado a otros usos.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones del local, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los planos correspondientes.

5.1.3.1.2. Características del local

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2.10 m. de altura y 0.90 m. de anchura.

- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local.

Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2.30 m. de altura y de 1.40 m. de anchura.

- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: ver planos correspondientes.

- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá un foso de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los planos correspondientes.

Las dimensiones del foso en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm., y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, el foso irá recubierto por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.

- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. La superficie de ventilación por transformador está indicada en el capítulo de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

5.1.3.2. Instalación Eléctrica

5.1.3.2.1. Características de la Red de Alimentación

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 15 kV y 50 Hz de frecuencia.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 400 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

El Centro de Transformación responderá a las siguientes características técnicas:

A.- Red de Alta Tensión

-	Tensión primaria	15.000 V
-	Potencia instalada	2x1000 kVA
-	Potencia de cortocircuito	400 MVA
-	Intensidad de cortocircuito	15,34 kA
-	Frecuencia	50Hz
-	Sistema de conexión del neutro	Aislado
-	Tensión de cortocircuito en trafo	6 %
-	Relés de protección	50-51-67N

B.- Red de Baja Tensión

-	Tensión secundaria	3 x 230/400 V
-	Frecuencia	50 Hz
-	Potencia disponible a plena carga	2000 kVA
-	Intensidad nominal	2428,36 A
-	intensidad de cortocircuito máxima en bornes de transformador de baja tensión	24,06 kA

5.1.3.2.2. Características de la Aparamenta de Alta Tensión.

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
 - Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
 - Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
 - Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
 - Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
 - Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
 - Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
-
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.
 - Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

5.1.3.2.3.- Centro seccionamiento de Cía.

El CS es la unidad donde se recibe la acometida de la Cía., en alta tensión, en forma de bucle (entrada y salida) y desde donde sale, para alimentación en punta, la acometida al CT.

En este caso el CS esta junto al CT, uniéndose con el a través de barrajes.

Las celdas para la entrada y salida del bucle de acometida de la Cía., así como la celda de protección de la salida, de la acometida al CT, como hemos indicado, formaran un conjunto de celdas, equipadas con apartamenta de alta tensión, bajo envolventes metálicas con aislamiento integral en SF₆, para una tensión de hasta 24.000 voltios acorde con las siguientes normativas:

- UNE 20090; 20135; 21081
- UNE-EN 60129; 60265-1
- CEI 60298; 60420; 60219
- Recomendaciones 6407

Toda la aparamenta estará agrupada en el interior de cada celda metálica estanca rellena de hexafluoruro de azufre, como elemento aislante.

El conjunto de celdas están homologados por la Cía. y permitidos su implantación en el caso que nos ocupa.

Las celdas de entrada y salida están equipadas con interruptor seccionador de corte y aislamiento SF₆, mando manual, seccionador de puesta a tierra, conectores especiales para la entrada de la acometida de cables de Cía.

La celda de salida para el CT está equipada con un interruptor seccionador de corte y aislamiento SF₆, mando manual.

Celda de línea (2 Uds.).

Celda Merlin Gerin de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolares de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF₆ de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF₆.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

Celda Interruptor y Remonte (1 Ud.).

Celda Merlin Gerin de interruptor remonte gama SM6, modelo IMR, de dimensiones: 625 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Mando CIT manual.

Celda de Paso y Barras (1 Ud).

Celda Merlin Gerin de interruptor de paso de barras gama SM6, modelo GIM, de dimensiones: 125 mm. de anchura, 840 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Barras tripulares para separación entre la zona de compañía y la zona de Abonado, a una intensidad de 400 A y 16 KA.

5.1.3.2.4.- Interconexión entre la Cía. Suministradora, el CS y el CT

La conexión de la red existente de la Cía. con el CS, se realizará a través de cables, con la simple apertura de poco metros de zanja y los empalmes necesarios.

En las celdas de entrada y salida, del CS, se alojarán interruptores-seccionadores, que permitirán a la Cía. las maniobras necesarias para la explotación de su red.

La celda de protección para la salida de la acometida que alimentará el CT, estará equipada con el interruptor-seccionador exigido por la Cía. y que solo es manejable por ella

5.1.3.2.5.- Centro de Transformación de Abonado

Edificio Obra Civil

Al estar incorporado en la edificación de la planta baja del edificio se definen las medidas de seguridad siguientes:

- El recinto debe formar sector de incendios separado del resto de los recintos del edificio.
- El suelo dispondrá de una malla equipotencial puesta a tierra y de un sumidero para recogida de aguas.
- Todas las partes conductoras de alta tensión quedaran protegidas, contra contactos directos, por envolventes aislantes o por barreras físicas.
- Para el caso de una hipotética expansión de aire, en el interior de las celdas, se habilita una cámara de aire de 10 cm., en la parte posterior de las mismas, por donde las chapas podrían abrirse sin peligro.
- Tendrá detectores velocimetríticos de incendios que darán alarma de incendio a la centralita general situada en la sala del C.G.B.T., desde la cual se ordenara la parada de sistema de extracción de aire del centro y se colocarán dos extintores de incendios en los accesos.
- en lugar visible se dispondrá de carteles de maniobra, esquema del sistema eléctrico y de tierra, y de instrucciones de primeros auxilios.
- En el interior del centro existirán los elementos de maniobra y de primeros auxilios necesarios:

- Pértiga de maniobra y puesta a tierra
- Guantes aislantes
- Banqueta aislante de maniobra
- Placas indicadoras de peligro de muerte
- Placas reglamentarias de primeros auxilios
- Elemento auxiliar para practicar la respiración artificial
- Esquema unificar de la instalación

*** CELDAS DE LOS TRANSFORMADORES**

La ubicación del transformador se realizara dentro de una compartimentación formada por tabicones de $\frac{1}{2}$ pie con refuerzos de UPN en los cantos y con puerta frontal metálica, enclavada en el interruptor de protección, de tal manera que no se puede abrir la puerta sigla previa apertura del interruptor.

El propio transformador tendrá sondas de temperaturas para que, cuando su temperatura alcance valor peligroso, den órdenes de desconexión.

El CT será de tipo interior empleando, para el alojamiento de su aparellaje, celdas prefabricadas bajo envoltiente metálica según las normas UNE-EN 60298.

Estas celdas modulares de aislamiento están equipadas con aparellaje fijo que utiliza SF₆ como elemento de corte y extinción de arco.

Corresponden en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envoltiente metálica de acero inoxidable, conteniendo en su interior los interruptores y el embarrado.

Celda de Protección con Interruptor Automático (1 Ud).

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1D, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes, de 16 kA.
 - Seccionador en SF₆.
 - Mando CS1 manual.
 - Interruptor automático de corte en SF₆ (hexafloruro de azufre) tipo Fluarc SFset, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA.
 - Mando RI de actuación manual.
 - 3 captadores de intensidad modelo CRa para la alimentación del relé VIP 300P.
 - Embarrado de puesta a tierra.
 - Seccionador de puesta a tierra.
 - Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
 - Unidad de control VIP 300P, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.
- Sus funciones serán la protección contra sobrecargas y cortocircuitos (50-51).
- Enclavamiento por cerradura tipo E11 impidiendo maniobrar en carga el seccionador de la celda DM1-D e impidiendo acceder a la celda de transformador sin abrir el circuito.

Celda de Medida (1 Ud).

Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras gama SM6, modelo GBCA, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 40-80/5A, 10VA CL.0.2, $I_{th}=80I_n$ y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión, bipolares, modelo de alta seguridad de relación 16.500:V3/110:V3-110:3, 10VA, CL0.2S, 3P, potencias no simultáneas, contrato mínimo de 374 y máximo de 1.993 kW, $F_t=1.9 U_n$ y aislamiento 24 kV. El segundo secundario tendrá las características adecuadas para conectar una resistencia de contraferro-resonancia (50ohm/200W).
- 1 Resistencia de contraferro-resonancia.

Celdas de Protección con Interruptor-Fusibles combinados (2 Uds.).

Celda Merlin Gerin de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Mando CII manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles alto poder de ruptura tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV.Calibre 63 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).

- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

Transformadores (2 Uds.)

*** TRANSFORMADOR 1 y 2.**

Será una máquina trifásica reductora de tensión, tipo TSE 1000/17,5 de ALKARGO, siendo la tensión entre fases a la entrada de 15 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (AN), encapsulado en resina epoxy (aislamiento seco-clase F).

El transformador tendrá los bobinados de AT encapsulados y moldeados en vacío en una resina epoxy con carga activa compuesta de alúmina trihidratada, consiguiendo así un encapsulado ignífugo autoextinguible.

Los arrollamientos de A.T. se realizarán con bobinado continuo de gradiente lineal sin entre capas, con lo que se conseguirá un nivel de descargas parciales inferior o igual a 10 pC. Se exigirá en el protocolo de ensayos que figuren los resultados del ensayo de descargas parciales.

Por motivos de seguridad en el centro se exigirá que los transformadores cumplan con los ensayos climáticos definidos en el documento de armonización HD 464 S1:

- Ensayos de choque térmico (niveles C2a y C2b),
- Ensayos de condensación y humedad (niveles E2a y E2b),
- Ensayo de comportamiento ante el fuego (nivel F1).

No se admitirán transformadores secos que no cumplan estas especificaciones.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21538, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 15.000 V.
- Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min., 38 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada) (HD 472:1989)
- UNE 21538 (96) (HD 538.1 S1)

Características material vario de Alta Tensión.

*** EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.**

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

*** PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.**

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 mdaN.

Características de la aparamenta de Baja Tensión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE MEDIA TENSIÓN:

-2 Juegos de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

-2 Juegos de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 4x240 mm² Al para las fases y de 4x240 mm² Al para el neutro.

DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

- 2 Equipos de sondas PT100 de temperatura y termómetros digitales MB103, para protección térmica de los transformadores, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

Medida de la Energía Eléctrica.

La medida de la energía eléctrica se realizara en alta tensión.

Se dispondrá de los contadores que la Cía. requiera.

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

Puesta a Tierra.

Este proyecto se esta definiendo con datos de la resistividad del terreno y espacios disponibles, para la ubicación de los elementos de puesta a tierra, sin la confirmación de su valor y sus posiciones finales.

En consecuencia se darán una serie de supuestos y de normas, de instalación, que permitirán acotar los resultados deseados.

Los resultados finales que sean aceptados, deberán poder ser mantenidos durante toda la vida útil de la instalación, para lo cual se dispondrá de los elementos de comprobación necesarios, en locales que aseguren esta función.

En el reglamento de Alta Tensión MIE-RAT-13, se indica que todos los elementos que deban estar conectados a tierra, tanto de protección como de servicio, deben interconectarse constituyendo una sola instalación de puesta a tierra. Se exceptúa el caso en el que, para evitar tensiones peligrosas, provocadas por un defecto de la red de alta tensión,

los neutros del sistema de la red de baja tensión, cuyas líneas salen de recinto del CT, puedan conectarse a una tierra independiente.

Igualmente se condiciona la posible interconexión entre la red de puesta a tierra de los neutros citados con la red de puesta a tierra de protección de las masas de la instalación de baja tensión, según que el sistema sea TN o TT y por ultimo, se condiciona la interconexión entre las puestas a tierra de las masas de BT con las de AT.

Por todas estas posibilidades, que son función de los valores reales de las resistencias de puestas a tierras y de las intensidades y tensiones máximas de defecto, proyectamos los sistemas de puesta a tierra de manera que antes de la puesta en servicio de la instalación, y con el conocimiento de los valores resultantes, la dirección técnica de la obra, con el instalador, puedan decidir la unificación, o no, de las distintas redes de puestas a tierra.

Para ello se dejarán instaladas tuberías de reserva, que comuniquen las distintas cajas de las bornas principales de tierra, para que en caso de decidir la unificación de tierras, estas canalizaciones permitan la instalación de los cables necesarios.

1.- Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

2.- Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del capítulo 2 de este proyecto.

3.- Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Instalaciones Complementarias.

1. Alumbrado.

Para la alimentación de las redes de alumbrado debe tenerse la precaución de asegurar que la protección de estas se ubicara en el cuadro de los locales técnicos de BT y de las extracciones de aire de estos recintos, que contempla la importancia de la intensidad de cortocircuito, que por su proximidad al C.G.B.T. tendrán estas redes. Los conductores serán de ESO7Z1-K(AS), cables bipolares aislados con una tensión asignada de 450/750 V, conductor de cobre clase 5 con aislamiento compuesto con termoplástico a base de poliofina, con baja emisión de humos y gases nocivos (Z1). NORMA UNE 2111002. Todos ellos canalizados en tubo de PVC rígido.

1.A.- Alumbrado normal

En el interior del CT se instalaran los puntos de luz necesarios para proporcionar una iluminación media de 200 lux.

Las luminarias serán estancas, con grado de protección IP-45, y se instalaran en lugares que permitan su mantenimiento sin peligro de contactos con las partes del CT en tensión.

1.B.- Alumbrado de emergencia

Consideramos el recinto del CT como de alto riesgo, en el que puede estar el personal de mantenimiento trabajando y tener la necesidad de iluminación para asegurar, durante un determinado tiempo una iluminación suficiente.

Se instalarán aparatos autónomos de emergencia con lámparas fluorescentes, con flujos luminosos de 160 lúmenes y reserva de una hora, Tanto en el recinto como en sus vías de evacuación.

2.- Baterías de Condensadores.

Para compensar el valor del coseno ϕ (phi), que las pérdidas en vacío del transformador, provocan, se instalará batería de condensadores fijas para los transformadores instalados. Se alimentarán desde la salida de BT del transformador protegidos con seccionadores-fusibles de alta capacidad de ruptura. Estarán equipados con resistencias de puesta a tierra que garanticen la descarga de tensión cuando sean desconectadas de la red.

Se instalarán 2 condensadores modelo MKP-EC de 50 KVAR a 400 V.

3.- Ventilación.

El recinto deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación equivalente al que se indica en el capítulo de cálculos, y dispondrá de cierre automático en caso de incendio.

Los conductos de ventilación forzada del centro deberán ser totalmente independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se instalaran de forma que un normal funcionamiento de la ventilación no pueda producir molestias a huéspedes y viandantes.

Para asegurar los caudales necesarios se dispondrá de un extractor de capacidad suficiente, controlado por termostato y por la centralita de incendios.

4.- Medidas de Seguridad.

Relacionamos a continuación las medidas de seguridad básicas que se contemplan en el proyecto, sin limitación de otras posibles, o reguladas, por cualquier norma en vigor que sea de aplicación

5.2.- DESCRIPCIÓN INSTALACIONES BAJA TENSIÓN

5.2.1.- Líneas Principales

Son las que enlazan el cuadro general de baja tensión (CGBT) con el transformador que las alimenta y las bornas del Alternador del Grupo hasta la conmutación. Las líneas se harán según las normas UNE, ITC-BT-14 y ITC-BT-20.

Para la conexión transformador-Cuadro general serán en cable de cobre con aislamiento en polietileno reticulado, no propagador del incendio, bajo en la emisión de humos, correspondiendo con la designación RZ1-0,6/1kV-K(AS).

Las secciones de los conductores serán capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito son superar los 250°C en el tiempo de corte del interruptor automático que le protege, y no superar caídas de tensión que sobrepasen los permitidos por el reglamento vigente.

La instalación será al aire sobre bandeja ventilada o canalizados en tubos grapados al paramento por encima de falsos techos. En el caso de utilizar bandeja, irán clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y estos irán atados a ellas (abrazados por ternas) con bridas de poliamida. Las bandejas tendrán continuidad eléctrica mediante el empleo de piezas de conexión del fabricante.

Las bandejas metálicas irán puestas a tierra con una sección mínima de conductor de 16 mm² con aislamiento amarillo-verde utilizándose piezas especiales del fabricante para esta unión.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales metálicos, que se unirán a los cables por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.

Los circuitos quedaran identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

Para el cálculo de estas líneas se considera una caída de tensión máxima del 0,5%.

5.2.2.- Cuadro Principal (C.G.B.T)

Las características constructivas serán las señaladas en las especificaciones técnicas.

Se dimensionará el cuadro en espacio y elementos básicos para ampliar su capacidad en un 30% como mínimo de la inicialmente prevista. El grado de protección será IP.55/IK.10.

El cuadro se hará según normas UNE y ITC-BT-13 que les sean de aplicación.

El conexionado entre apartamentas se realizara con pletinas de cobre siguiendo el esquema que se incluye en el proyecto.

Características eléctricas:

Intensidad nominal: <1600 A
Tensión asignada de empleo: <1000V
Tensión asignada de aislamiento: 1000V
Corriente admisible de corta duración: 85kA_{eff}/1seg.
Corriente de cresta admisible: 187kA

Elementos de maniobra y protección:

Todas las salidas estarán constituidas por interruptores automáticos de baja tensión en caja moldeada, equipados con relés magnetotérmicos regulables o unidades de control electrónicas con los correspondientes captadores. Poder de corte: 50kA_{eff} (380/415 V).

Estos interruptores incorporarán, una protección diferencial, que en algunas salidas será fija y en la mayoría será regulable en sensibilidad y en tiempo.

Todos los elementos cumplirán con la Normativa UNE-EN-60947.

Se cumplirá lo dispuesto en la normativa vigente. Los cableados serán todos libres de halógenos según UNE 21.123 partes 4 y 5. El conexionado interior, apartamentas, cálculos de barras, poderes de corte etc. cumplirán lo dispuesto a tal efecto en la normativa vigente.

5.2.3.- Corrección del Factor de Potencia.

5.2.3.1.- Compensación de las líneas de baja tensión

Se colocaran baterías automáticas de condensadores para compensar el factor de potencia de la instalación, en las salidas B.T. del CGBT utilizando una compensación global, para beneficiarnos de las siguientes ventajas:

- Suprimir las penalizaciones por un consumo excesivo de energía reactiva.
- Ajustar la potencia aparente a la necesidad real de la instalación.
- Descargar el centro de transformación (potencia disponible en KW).

Utilizaremos una compensación variable ya que nos encontramos ante una instalación donde la demanda de reactiva no es fija, suministrando la potencia según las necesidades de la instalación.

Las baterías de condensadores se dimensionaran para obtener un factor de potencia de 0,95 con la finalidad de evitar el pago en concepto de energía reactiva y obtener, si cabe, una bonificación sobre los términos de energía y potencia por este concepto.

Las baterías de condensadores estarán constituidas por unidades completas con contactores de mando y condensadores sobredimensionados en tensión a 470 V e inductancias antiarmónicos sintonizadas, probadas en fábrica y listas para ser conectadas a la red. La unidad base estará compuesta por un regulador (vármetro) que mantiene el factor de potencia a un valor determinado, conectando o desconectando condensadores unitarios llamados escalones. Esta unidad base ya constituye, por ella misma, una batería automática de pequeña potencia.

Características eléctricas:

Potencia nominal:	500kVAr
Tensión asignada:	400V
Clase de aislamiento:	0,6 kV
Frecuencia:	50 hz
Temperatura de trabajo:	-40°C a +45°C
Escalones:	2x25+9x50 KVAr
Sobrecargas admisibles:	1,1 Vn (1,1 veces la tensión nominal). 1,5 In (1,5 veces la intensidad nominal).

5.2.3.2.- Compensación de los transformadores de potencia:

Se realizara de forma individualizada para cada transformador en función de las perdidas magnéticas del transformador en vacío o en carga.

Los transformadores necesitan energía reactiva para su propio funcionamiento, su valor varia en función del régimen de carga, dado que el transformador esta permanentemente conectado al impacto económico no es despreciable.

Utilizaremos una compensación fija instalando un condensador sobredimensionado en tensión a 470 V e inducción antiarmónicos sintonizada a la salida del transformador.

Características eléctricas:

Potencia nominal:	50kVAr por transformador
Tensión asignada:	400V
Clase de aislamiento:	0,6 kV
Frecuencia:	50 hz
Temperatura de trabajo:	-5°C a +40°C
Sobrecargas admisibles:	- 1,1 Vn (1,1 veces la tensión nominal). - 1,5 In (1,5 veces la intensidad nominal).

Protección general con Interruptor Automático.

5.2.4.- Líneas a Cuadros Secundarios

Son las líneas de enlace entre el cuadro principal (C.G.B.T) y los cuadros secundarios de zona y planta.

Los conductores empleados para esta líneas serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas, con designación RZ1 0,6/1 kV según UNE 21123. Se canalizaran sobre bandejas de acero galvanizadas en caliente con tapa registrable.

Para el cálculo de la sección de estas líneas se considera una caída de tensión máxima del 1,5% según se puede observar en el apartado de cálculos.

5.2.5.- Cuadros Secundarios

En cada zona se situara un cuadro de mando y protección para los circuitos eléctricos de su influencia. Se dimensionaran los cuadros en espacio y elementos básicos para poder ampliar su capacidad en un 30% de la inicialmente prevista como mínimo. El grado de protección será IP.55/IK.10.

Los cuadros y sus componentes serán proyectados, contruidos y conexiados de acuerdo con las siguientes normas y recomendaciones:

- UNE-EN 60439.1
- UNE-EN 60439.3
- UNE 20451
- ITC-BT-13

Características eléctricas:

Intensidad nominal:	<630 A
Tensión de empleo:	<1.000V
Tensión de aislamiento:	1.000 V
Corriente admisible de corta duración:	10kA eff/1seg.
Corriente de cresta admisible (50 Hz):	53 kA.

Elementos de maniobra y protección

El interruptor general será del tipo manual en carga, en caja moldeada aislante, de corte plenamente aparente, con indicación de “sin tensión” solo cuando todos los contactos estén efectivamente abiertos y separados por una distancia conveniente.

Todas las salidas estarán constituidas por interruptores automáticos magnetotérmicos modulares para mando y protección de circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos, de las características siguientes:

Calibres: 6 a 63 A regulados a 20°C
Tensión nominal: 230/400 V ca
Frecuencia: 50 Hz
Poder de corte: mínimo 10 kA

Todas las salidas estarán protegidas contra defectos de aislamiento mediante interruptores diferenciales de las siguientes características:

Calibres: mínimo 25 A
Tensión nominal: 230 V (unipolares) o 400 V (tetrapolares).
Sensibilidad: 30 mA (alumbrado y tomas de corriente)
300 mA (maquinas y fuerza en salas de instalaciones)

Todas las salidas cuya actuación esté prevista se realice de forma local y/o a distancia, mediante control manual o a través de un sistema de gestión, estarán dotadas de contactores que permitan el telemando de estos circuitos baja carga y aseguren un numero elevado de aperturas y cierres.

5.2.6.- Instalación Interior

La instalación interior de planta se realizará con:

Cables:

- Potencia: se realizará con conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado cubierta de poliolefinas para 1.000 V con designación RZ1 0,6/1kV según UNE 21123 parte 4 o 5 y RF Afumex Firs para servicios esenciales.
- Control y mando: se realizará con conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado cubierta de poliolefinas para 1.000 V con designación RZ1 0,6/1kV según UNE 21123 parte 4 o 5.

Tubos:

- Ejecución superficie: serán aislantes rígidos blindados de PVC, cumplirán con normativa UNE-EN 50086.
- Ejecución superficie: serán de acero galvanizado blindado roscado en exteriores.
- Ejecución empotrada: serán de PVC doble capa grado de protección 7.

Bandejas:

- serán perforadas de acero galvanizado por inmersión en caliente con tapa registrable.

Cajas:

- Superficie: serán material aislante de gran resistencia mecánica y autoextinguibles.
- Superficie: serán metálicas plastificadas, de grado de protección IP.55 en exteriores.
- Empotrada: serán de baquelita, con gran resistencia dieléctrica. Como norma general todas las cajas deberán estar marcadas con los números de circuitos de distribución.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la instrucción ITC-BT-20.

Los diámetros exteriores nominales mínimos para los tubos protectores en función del número, clase y sección de los conductores que han de alojar, según el sistema de instalación y clase de tubo, serán los fijados en la instrucción ITC-BT-21.

Las cajas de derivaciones estarán dotadas de elementos de ajuste para la entrada de tubos. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuando menos, el diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado inferior. Cuando se quiera hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento entre si de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión, puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión.

Las líneas sobre bandejas que discurran por el interior de suelos técnicos o de atarjeas registrables estarán constituidas por conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado para 1.000 V de servicio, designación RZ1 0,6/1KV.

5.2.7.- ALUMBRADOS GENERALES

Niveles medios de iluminación:

Los niveles medios de iluminación previstos para las distintas áreas de las que se compone el edificio son los siguientes:

- | | |
|-------------------|-------------|
| - Sala de ventas: | 800 lux |
| - Laboratorios: | 200 lux |
| - Oficinas: | 400-500 lux |
| - Salas técnicas: | 150 lux |

Sistemas de iluminación:

Se ha previsto para la Sala de Ventas y Línea de Cajas la utilización del alumbrado de fluorescencia con regletas TMX400/258 con balastro electrónico HFB, con reflector blanco GMX 450 258, óptica de aluminio GGX 435, en toda la sala de ventas, colocadas a una altura de 5 mts. y equipos autónomos de emergencia incorporados en la regleta TMX, en las pantallas correspondientes, con cableados independientes para alumbrado normal y alumbrado de emergencia.

En el área de oficinas se ha optado por la instalación de pantallas de fluorescencia de 2x55 W de empotrar, con Balastro electrónico y con reflector de lamas en V doble parabólico, que evita deslumbramientos en los puestos de trabajo. Así mismo existen zonas principalmente en pasillos y aseos, en las que se instalan downlight de 1x26 W, o 2x26 W, según se indica en los planos correspondientes.

En las salas técnicas se instalarán fundamentalmente pantallas de fluorescencia de 2x58 W, o de 1x58 W según corresponda, adosables de tipo estanco de al menos un IP.65, y equipos autónomos de emergencia de 300 lm.

Aparte del alumbrado en Sala Ventas se tendrá una acentuación del mismo en zonas que así lo requieren, según se puede ver en planos.

5.2.8.- ALUMBRADOS ESPECIALES

Siguiendo las prescripciones señaladas en la instrucción ITC-BT-28, se dispondrá un sistema de alumbrado de emergencia (seguridad o reemplazamiento) para prever una eventual falta del alumbrado normal por avería o deficiencias en el suministro de red.

El alumbrado de seguridad permitirá la evacuación de las personas de forma segura y deberá funcionar como mínimo durante 1 hora. Se incluyen dentro del alumbrado de seguridad las siguientes partes:

- Alumbrado de evacuación: proporcionará a nivel de suelo en el eje de los pasos principales una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos con instalaciones de protección contra incendios y en los cuadros eléctricos de alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.
- Alumbrado antipánico: proporcionará una iluminación ambiente adecuada para acceder a las rutas de evacuación, con una iluminancia mínima de 0,5 lux. En las zonas de alto riesgo la iluminancia será de 15 lux.

El alumbrado de reemplazamiento permitirá la continuidad de las actividades normales.

El alumbrado de emergencia (seguridad o reemplazamiento) estará constituido por aparatos autónomos alimentados en suministro preferente (red-grupo) cuya puesta en funcionamiento se realizará automáticamente al producirse un fallo de tensión en la red de suministro o cuando esta baje del 70% de su valor nominal.

Para dicho alumbrado se utilizan equipos autónomos de emergencia estancos de 1.000 lm, con tubos de 18 W en sala de ventas, instalando equipos autónomos de 300 lm en oficinas y locales técnicos.

5.2.9.- ALIMENTACION USOS VARIOS

De acuerdo con la disposición del mobiliario (siguiendo lo dispuesto en la ITC-BT-49) y las necesidades previstas se dispondrán alimentaciones y tomas de corriente para las diversas utilizaciones.

En las zonas con suelo técnico, se dispondrán conjuntos portamecanismos adaptados al pavimento / bajo el pavimento.

En las zonas con canal empotrado bajo pavimento, se dispondrán conjuntos portamecanismos en el interior de cajas metálicas específicas para alojar dichos conjuntos.

En los esquemas unifilares de cuadros eléctricos se hace relación de las previsiones de potencias eléctricas por circuitos de utilización y tipo de suministro, así como el dimensionado de los conductores a los distintos equipos.

5.2.10.- PUESTA A TIERRA.

La puesta a tierra de los elementos que constituyen la instalación eléctrica partirá del cuadro general que, a su vez, estará unido a la red principal de puesta a tierra de que deberá dotarse el edificio.

Los conductores de protección serán independientes por circuito y tendrán el dimensionado siguiente, de acuerdo con la instrucción ITC-BT-18.

- Para las secciones de fase iguales o menores de 16 mm² el conductor de protección será de la misma sección que los conductores activos.
- Para las secciones comprendidas entre 16 y 35 mm el conductor de protección será de 16 mm.

- Para las secciones superiores a 35 mm² el conductor de protección será la mitad del activo.

Los conductores de protección serán canalizados preferentemente en envolvente común con los activos y en cualquier caso su trazado será paralelo a estos y presentará las mismas características de aislamiento.

Las instalaciones de puesta a tierra se realizarán de acuerdo con las condiciones señaladas en la instrucción ITC-BT- 18 y 19, Normativa NTE IEP y Especificaciones técnicas (puesta a tierra).

Se prevé la instalación de la red de puesta a tierra, conectando todas las masas metálicas a la red de tierras existente en el edificio. Desde esta red se realizarán derivaciones que discurren por la bandejas mediante conductores de 35 mm² de sección, para acceder a la totalidad de los receptores que componen la instalación.

Todos los cuadros y caminos de cables, se conectarán a tierra con terminales apropiados, efectuándose siempre mediante derivaciones de la red principal.

La puesta a tierra de las masas de los diferentes receptores, cuadros, bandejas, etc., indicada anteriormente, asociada a los dispositivos de corte automáticos por intensidad de defecto (interruptores diferenciales), de cada cuadro, proporciona la seguridad contra contactos indirectos, todo ello de acuerdo con el apartado 4 de la instrucción complementaria ITC-BT-24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

5.2.11.- SUMINISTRO ADICIONAL: GRUPO ELECTRÓGENO

Según la instrucción ITC-BT-28 del reglamento de BT (apartado 2.3 suministros complementarios o de seguridad) referente a locales de pública concurrencia, el Centro Comercial de cual es objeto este apartado del proyecto está dentro de los locales de pública concurrencia que debe disponer de suministro de socorro.

En nuestro caso va a ser un grupo electrógeno de 720 KVA con las siguientes características:

Grupo electrógeno formado por un motor diesel refrigerado por agua con radiador en chasis, embocadura al silenciador de salida, filtros, regulador electrónico de velocidad y sistema de engrase y un alternador trifásico autoexcitado, protección IP.23, aislamiento H, con regulación electrónica de tensión.

Incluyendo depósito de combustible 1500 l homologado, cumple la norma UNE-53432 y la ITC MI-IP03, con una autonomía de 8 horas a plena carga, baterías de arranque, haz de conexiones eléctricas, etc. Características:

- Potencia servicio emergencia: 800 kVA.
- Potencia servicio principal: 720 kVA.
- Tensión: 400/230 V.
- Frecuencia: 50 Hz.

Cuadro eléctrico de alarmas, control, mando y protección constituido por un armario modular en el que quedarán alojados los mandos de arranque y parada automáticos del diesel, pulsador de parada de emergencia, indicador de carga de baterías, indicadores luminosos de fallo: presión de aceite, temperatura de agua, velocidad excesiva, amperímetros, voltímetro, frecuenciómetro, contador horario, indicador de nivel de combustible, indicador de presión de aceite, indicador de temperatura de agua.

Con cuadro automático que realiza la puesta en marcha y sincronización del grupo electrógeno con los otros grupos al recibir una señal externa de arranque y da señal para que se conecte la carga.

Dicha conmutación se realizará mediante interruptores automáticos motorizados que se equiparan además de los enclavamientos eléctricos, sus correspondientes enclavamientos mecánicos, integrados en el C.G.B.T., de forma tal que sea imposible el acoplamiento simultáneo de los transformadores y el grupo.

El sistema de puesta en servicio, automatismo y control del grupo se prevé instalar en cuadro metálico de dimensiones apropiadas, realizándose la unión entre bornas de conexión del alternador al embarrado del cuadro de distribución, con conductores de cobre no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida designación UNE RZ1 0,6/1kV de secciones apropiadas.

El neutro del alternador se pondrá a tierra por medio de conductor de cobre electrolítico desnudo de 35 mm, de sección y electrodos de p.a.t., en cantidad suficiente para lograr una resistencia igual o inferior a 10 ohmios.

El accionamiento automático del grupo actuará mediante una señal proporcionada al equipo automático de control y que se tomará a la salida de transformadores de potencia de tal forma que cuando falte tensión el equipo de control dará la orden de puesta en marcha del equipo y posteriormente cambio de posición a los interruptores automáticos de acoplamiento.

Cuando se repone la tensión de suministro normal, el equipo recibe señal de reposición y efectúa la orden de parada del grupo y el cambio de posición de los interruptores automáticos de acoplamiento.

El grupo estará protegido mediante un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar.

Con sistema de calefacción para el agua de refrigeración, mediante resistencia de caldeo eléctrico, con objeto de mantener el motor en óptimas condiciones de arranque.

La temperatura de esta agua se fijará y controlará mediante un termostato diferencial.

Las chimeneas de evacuación de gases de la combustión, que componen el encapsulado del conjunto del grupo, serán prolongadas hasta la solución que exijan las normativas del ayuntamiento.

Cuadro de control para arranque automático microprocesado, medida, alarmas, interruptor automático de 4x1000 A, sin conmutación, tanque de combustible bajo bancada con indicador de nivel de 1350 litros de capacidad.

Los recintos del grupo electrógeno y Depósito de combustible dispondrán de sistema de extinción de incendios mediante agentes gaseosos y cumplirán las normas de prevención de incendios.

5.2.12.- SISTEMA DE ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

Con objeto de proporcionar energía a los equipos Prioritarios (Seguridad, Informáticos, Cajas Registradoras etc.), durante los fallos de los suministros principales, se ha previsto un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

5.2.12.1.-DESCRIPCION DEL SISTEMA

La tensión de alimentación será trifásica a 400 V y frecuencia 50Hz.

5.2.12.2.- POTENCIA SUMINISTRADA

De acuerdo con la previsión de cargas la potencia que se precisa alimentar con este tipo de suministro será la siguiente:

Potencia máxima prevista: 26,88 kW

Factor de potencia: 0,8

Potencia nominal de salida del equipo: 40 kVA

Por lo tanto el sistema de alimentación ininterrumpida estará formado por una UPS trifásica de 40 kVA, equipada con módulos de batería con una autonomía mínima a plena carga de 15 minutos.

5.2.12.3.- DESCRIPCION GENERAL

El SAI estará compuesto por los siguientes elementos:

- un rectificador-cargador que tiene la doble misión de alimentar al ondulator propiamente dicho y cargar y mantener en flotación la batería de acumuladores
- una batería de acumuladores de plomo estanco sin mantenimiento para una autonomía mínima de 15 minutos a plena carga como se ha indicado anteriormente.
- Un ondulator que recibe energía de la red en forma de corriente continua a través del rectificador-cargador o de la batería, en caso de fallo de red, transformando dicha corriente en tensión alterna sinusoidal apta para alimentar la utilización.
- Un contactor estático a través del cual se alimenta la utilización directamente de la red en el caso de defecto del equipo o sobrecarga
- Un by-pass manual para facilitar las operaciones de mantenimiento y ensayos.

5.2.12.4.-FINALIDAD

El SAI garantizara el suministro de electricidad a los receptores que tenga conectadas, obteniendo la energía desde una batería en caso de fallo de suministro, proporcionando además una corriente libre de alteraciones peligrosas. Además protegerá a los receptores de subidas o caídas de tensión, variación de frecuencia, distorsiones armónicas, ruido eléctrico y fluctuaciones que pueden causarles graves averías.

5.2.13.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS

Se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del centro comercial. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL III con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 100 metros. Su instalación responderá a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de la Edificación.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”. Su puesta a tierra será independiente y se realizara mediante cable desnudo de 50 mm² que enlazará la cabeza del pararrayos con los 3 electrodos de la propia puesta a tierra, que a su vez se interconectará con la de la estructura a través de un seccionador alojado en caja aislante protectora.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetaran las distancias de mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por la fachada exterior.

5.3.- INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Para la justificación de Elementos de Protección contra incendios nos basaremos en el desarrollo del Documento Básico DB-SI (Seguridad en caso de incendio) del vigente Código Técnico de la Edificación y en la Norma UNE-EN 15004-10 y UNE-EN 234570 y en todos los casos, salvo indicación de lo contrario, las referencias a tablas y documentos de los mismos.

La distribución de los recintos indicados para la instalación del sistema fijo de extinción mediante agentes gaseosos se muestra en los planos y tabla adjuntos.

RECINTO	SUPERFICIE	OCUPACION Tabla 2.1 SI 3	RIESGO Tabla 2.1 SI 1
C.G.B.T.	37.5 m ²	Nula, salvo labores mantenimiento	R Bajo
CT	44 m ²	Nula, salvo labores mantenimiento	R Medio
Sala Máquinas Grupo electrógeno	37.5 m ²	Nula, salvo labores mantenimiento.	R Bajo
TOTAL	119 m ²		

5.3.1.- PROPAGACION INTERIOR

Compartimentación en sectores de incendio (Sección SI 1, Código Técnico Edificación)

De acuerdo con la tabla 1.1 (SI 1) y en consideración de que a efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial estarán delimitados por elemento constructivos cuya resistencia al fuego será como mínimo, la requerida a los elementos separadores de sectores de incendio, conforme a lo que se establece en el punto 3 del DB SI 1.

Como se puede apreciar en los planos, la separación de transformadores mediante muro separando en 3 sectores el recinto del CT.

5.3.2.- SEÑALIZACION DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988

5.3.3.- CONTROL HUMO DEL INCENDIO

El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23585:2004.

La central chequea periódicamente todos sus detectores, analiza la concentración de CO facilitada por el detector y compara la concentración con el nivel seleccionado. Si la concentración es mayor que dicho nivel, se activa el rele de su zona y pone en marcha el sistema.

5.3.4. DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO

El local dispondrá de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se detallan a continuación.

El diseño, puesta en marcha y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido en la norma UNE-EN 15004-1:2008

- a) Panel de control de extinción autónomo
- b) UPS
- c) Placa de rele auxiliares para PX2
- d) Batería de extinción de incendios con sistema de pesaje continuo de N₂ Ar CO₂
- e) Cabezales de descarga (Difusores radiales 3/8 H.)
- f) Válvulas de descarga operadas por presión, cabezas de control eléctricas.
- g) Instrumentación: Pulsadores estancos de disparo y bloqueo, canalizaciones, detectores ópticos de humo 24V, señalización visual y acústica, extintores portátiles, sirenas de alarma con foco, zócalos intercambiables de superficie.

Los detectores diseñados para detectar la presencia de gases tóxicos, para ello han sido provistos de sensores que detectan la presencia de varios gases como gas natural, butano, etc.

Disponen de un rele inversor, que se activa cuando el detector entra en alarma, lo que le permite ejecutar maniobras como accionar una electro válvula que, intercalada en la entrada de la acometida, evitara que el gas siga fluyendo

Van provistos de indicadores luminosos independientes para los estados de funcionamiento y alarma, así como de sonido interno de aviso en caso de alarma.

El sistema de detección automática esta basado en la activación de un equipo sensible a alguna manifestación que acompaña al fuego:

- Ionización → Detectores iónicos
- Desprendimiento de Humo → Detectores Ópticos
- Aparición de llama → Detectores de llama
- Rápido aumento de temperatura → Detectores Térmicos

El equipo de detección se une eléctricamente a un panel de control autónomo, que mediante señales acústicas y ópticas indica diversas situaciones o activan los dispositivos de alarma que se hayan establecido en el plan de autoprotección.

Normalmente este tipo de instalación, se combina con un sistema manual de alarma, que consiste en pulsadores que envían la señal de alarma a la central en caso de ser activados manualmente.

Hemos diseñado el sistema de protección basándonos en la Normativa vigente adaptándola a este caso en particular para buscar la solución más eficaz a cada recinto.

El agente gaseoso que hemos elegido para la extinción de incendios es el IG-541, o INERGEN (nombre comercial), es una mezcla de Nitrógeno, Argón y CO₂, son gases naturales presentes normalmente en el aire que respiramos.

La mezcla utilizada es la siguiente:

- Nitrógeno rango del 48,8% al 55,2%
- Argón rango del 37,2% al 42,8%
- CO₂ rango del 7,6% al 8,4%

El Nitrógeno es el elemento más común en el aire. El Argón es un gas puro, inerte y noble cuya densidad hace que el IG-541 tenga la misma densidad que el aire. El CO₂ estimula automáticamente la respiración en el cuerpo.

Este agente gaseoso inunda en pocos minutos la totalidad de los recintos protegido con un gas invisible e inodoro, que permite respirar sin dificultad.

La densidad del IG-541 permite similar a la del aire, permite un tiempo de retención muy largo, sin estratificación ni dilución.

Las principales ventajas de este agente gaseoso que son las que nos han hecho decantarnos por este, son las siguientes:

- Se puede utilizar para fuegos de TODAS las clases.
- Es Dieléctrico, evitamos riesgos de cortocircuito aunque nos encontremos en Alta Tensión.
- Inodoro, Incoloro.
- Es seguro, la acción del CO₂ es automática.
- No anula visibilidad, no es toxico, y no daña el medio ambiente.

Indicado para Subestación, y Centros de Transformación por el riesgo eléctrico que estos conllevan.

Tiene ciertos riesgo que es la disminución, a causa del propio agente extintor, del oxígeno de los recintos a proteger durante las descargas. Otro riesgo potencial a tener en cuenta son los productos de la combustión del fuego.

El sistema de extinción automática consta de un suministro de agente extintor, IG-541, contenido en botellas cuya descarga se produce de forma automática a través de canalizaciones (tuberías de acero generalmente) sobre los recintos a proteger.

La presión de llenado de las botellas contenedoras del agente extintor 300 bares a 15°C.

El sistema se activa a través de la señal emitida por un detector de incendios o también pueden ser activados manualmente.

CALCULOS **JUSTIFICATIVOS**

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

INDICE:

1.- INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

2.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

3.- INSTALACIÓN DEL PARARRAYOS

**4.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS MEDIANTE
AGENTES GASEOSOS**

1.- INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

1.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN.

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 15 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	I_p (A)
1000	38.49
1000	38.49

Siendo la intensidad total primaria de **76.98 Amperios**.

1.2. INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0.4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del Transformador (kVA)	I_s (A)
1000	1424.18
1000	1424.18

Siendo la intensidad total secundaria de 2.848,36 A.

1.3. CORTOCIRCUITOS.

1.3.1. Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 400 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

1.3.2. Cálculo de las Corrientes de Cortocircuito.

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

1.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 400 \text{ MVA.}$$

$$U = 15 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 15.4 \text{ kA.}$$

1.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del

transformador (kVA)	Ucc (%)	Iccs (kA)
<hr/>		
--		
1000	6	24.06
1000	6	24.06

Siendo:

- Ucc: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.
- Iccs: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

En este caso la corriente de cortocircuito será 24,05 kA en bornas de BT de cada transformador. Si se considera la línea de BT de enlace con el embarrado del C.G.B.T. y la línea de AT, su valor será inferior. En los cálculos justificativos de BT se facilita este dato.

Al ser dos trafos conectados en paralelo la intensidad de cortocircuito total será de 42,12 kA.

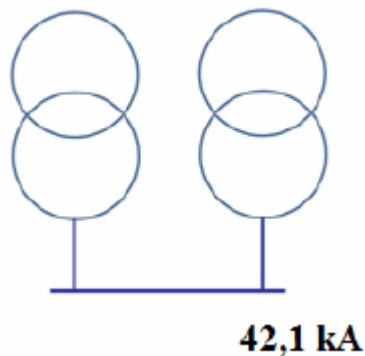


Figura 2. Transformadores en paralelo

1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

En los puntos anteriores se han obtenido el valor de 76,98 A de corriente que circulará por el embarrado de las celdas. Esto implica que el embarrado de las celdas a instalar deberá estar dimensionado para esa corriente como mínimo.

Como resultado de los ensayos que han sido realizados a las celdas fabricadas por Schneider Electric no son necesarios los cálculos teóricos ya que con los certificados de ensayo ya se justifican los valores que se indican tanto en esta memoria como en las placas de características de las celdas.

1.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule una corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.

1.4.2. Comprobación por solicitud electrodinámica.

La comprobación por solicitud electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

1.4.3 Comprobación por solicitud térmica. Sobreintensidad térmica admisible.

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

Para las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

Puesto la intensidad de cortocircuito es de 15,4 kA, bastara con escoger para el disparo, de los relés frente a cortocircuitos, un tiempo inferior a un segundo, (quedará garantizado puesto que la Cía. exigirá tiempos de disparos inferiores a los 0,5 segundos) quedando demostrado que el embarrado será capaz de resistir los efectos térmicos de un cortocircuito.

1.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

* ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Sin embargo, en el caso de utilizar como interruptor de protección del transformador un disyuntor en atmósfera de hexafluoruro de azufre, y ser éste el aparato destinado a interrumpir las corrientes de cortocircuito cuando se produzcan, no se instalarán fusibles para la protección de dicho transformador.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
1000	63
1000	63

* BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

1.6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * \sqrt{h * \Delta t^3}}$$

Siendo:

W_{cu} = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.

W_{fe} = Pérdidas en vacío del transformador en kW.

h = Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 m.

Δt = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15°C.

K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0.6.

S_r = Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Sustituyendo valores tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas $W_{cu} + W_{fe}$ (kW)	S_r mínima (m²)
1000	13.3	1.12
1000	13.3	1.12

El CT dispondrá de rejillas de ventilación, con una superficie mínima, superior a la indicada anteriormente.

1.7. ALIMENTACION EN MT

La Cía. suministradora permitirá la conexión del CT a 15 kV con conductores de características determinadas por ella, que se conectaran directamente a las celdas de entrada y salida. Estas celdas estarán construidas bajo normas que garantizan el cumplimiento de las condiciones de tensiones nominales y de prueba, exigidas. Asimismo cumplirán las condiciones exigidas para las intensidades nominales y de cortocircuito citadas.

1.8. ACOMETIDA DESDE CS A CT

La conexión entre el CS y el CT irá a través de cables unipolares de aluminio de aislamiento seco RHZ1 12/20 kV de 120 mm² de sección. El tiempo máximo admisible que estos cables soportan una Sobreintensidad debido a un cortocircuito y la densidad de corriente admisible por este tipo de cable son los mismos que los calculados para los puentes de media tensión del apartado siguiente.

1.9. PUENTES DE MT

Se han previsto unos puentes trifásicos de AT de aislamiento RHZ1 12/20 kV de 120 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión, desde la celda de protección del transformador hasta su correspondiente transformador.

Teniendo en cuenta que el cable utilizado para estos puentes transportara 2000 kVA, que equivalen a 23,12 A y que, siendo su sección de 120 mm², la densidad de corriente será de:

$$\delta = \frac{23,12}{120} = 0,193 \text{ A/mm}^2$$

que es claramente inferior a la máxima densidad admisible para este tipo de cable.

El tiempo máximo que estos cables soportarán una Sobreintensidad debida a un cortocircuito será:

$$t = \left(\frac{116 \cdot S}{I_{cc}} \right)^2 = \left(\frac{116 \cdot 120}{15400} \right)^2 = 0,817s$$

Por lo tanto, el tiempo escogido para el disparo de los Relés debe ser inferior a estos 0,817segundos, que soportara la intensidad de cortocircuito del cable en estudio.

1.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

1.10.1. Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150 Ωm.

1.10.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.

Dado que se prevé que la tensión de servicio pase en un futuro a 20 kV y que, cuando se produzca esta circunstancia se conservarán los valores característicos actuales del régimen de neutro, la instalación de tierras se dimensionará para la situación más desfavorable, que va a ser la de 20 kV. Por tanto, los cálculos que siguen van referidos a una tensión de 20 kV. Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora (UEFSA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es de 0.5/2 segundos, existiendo un reenganche rápido a 300 ms. Por ello el tiempo a considerar en el cálculo de tierras será de 0.5 s. Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

Por otra parte, el neutro de la red de distribución en Media Tensión está aislado. Por esto, la intensidad máxima de defecto dependerá de la capacidad entre la red y tierra. Dicha capacidad dependerá no sólo de la línea a la que está conectado el Centro, sino también de todas aquellas líneas tanto aéreas como subterráneas que tengan su origen en la misma subestación de cabecera, ya que en el momento en que se produzca un defecto (y hasta su eliminación) todas estas líneas estarán interconectadas.

En este caso, según datos proporcionados por UEFSA, la longitud de las líneas aéreas es de 0 Km. y la longitud de las líneas subterráneas es de 0 Km.

Las expresiones a emplear para calcular la intensidad de defecto son:

$$I_d = \frac{20.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \sqrt{R_t^2 + X_c^2}}$$

donde,

R_t = resistencia del sistema de puesta a tierra.

$$X_c = 1 / (3 * w * C).$$

$$C = L_a * C_a + L_s * C_s \text{ (=capacidad de la red).}$$

$$w = 2 * 3,14 * 50 \text{ (=pulsación de la red).}$$

L_a = longitud de las líneas aéreas en Km.

L_s = Longitud de las líneas subterráneas en Km.

$C_a = 0,005E-6$ faradios/Km. (=capacidad homopolar de las líneas aéreas de M.T.).

$C_s = 0,25E-6$ faradios/Km (=capacidad homopolar de las líneas subterráneas de M.T.).

Según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica:

- $L_a = 0$ Km.
- $L_s = 0$ Km.

1.10.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.

Para el diseño preliminar se estudiarán por separado la tierra de protección y la de servicio. Al presentar esta instalación las condiciones especificadas en el apartado 6.3. del MIE-RAT 13 y las del método UNESA ($U_d \leq 1000V$), las puestas a tierra de protección y de servicio de la instalación se interconectarán y constituirán una instalación de tierra general.

*** TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega \cdot m).$$
$$K_p = 0.0252 V / (\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/32 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0.135 \, \Omega / (\Omega \cdot m).$$

$$K_p = 0.0252 \, V / (\Omega \cdot m \cdot A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 3 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2.00 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 6 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios ($=37 \times 0,650$).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 2.8.8.

1.10.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierras.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), intensidad y tensión de defecto correspondientes (I_d , U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{20.000 \text{ V}}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$K_r = 0.135 \Omega / (\Omega.m).$$

$$X_c = 0.1 \Omega / (\Omega.m).$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 20.3 \Omega.$$

$$I_d = 0 \text{ A}.$$

$$U_d = 0 \text{ V.}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de 2000 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0.135 * 150 = 20.3 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37Ω .

1.10.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejas de ventilación metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Los muros, entre sus paramentos tendrán una resistencia de 100.000 ohmios como mínimo (al mes de su realización).

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0.0252 * 150 * 0 = 0 \text{ V.}$$

1.10.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a $0,30 \times 0,30$ m. Este mallazo

se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

En el caso de existir en el paramento interior una armadura metálica, ésta estará unida a la estructura metálica del piso.

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 20.3 * 0 = 0 \text{ V.}$$

1.10.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.5 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 144 \text{ V}$$

Para la determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0.5 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 $\Omega.m$

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 2736 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 15048 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 0 \text{ V.} < U_p(\text{exterior}) = 2736 \text{ V.}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 0 \text{ V.} < U_p(\text{acceso}) = 15048 \text{ V.}$$

1.10.8. Investigación de tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de

servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$I_d = 0 A.$$

obtenemos el valor de dicha distancia:

$$D_{\min} = 0 m.$$

1.10.9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

2.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1.- CALCULO DE SECCIONES

Para los cálculos de calibres y secciones se ha tenido en cuenta tanto la potencia como la intensidad demandada en el arranque.

Se ha efectuado para el calibre de aparatos en general un sobredimensionamiento de los mismos un porcentaje fluctuante, teniendo en cuenta que el calibre ha sido definido de acuerdo con la intensidad normalizada comercialmente.

Para todos los circuitos se ha mantenido en el peor de los casos una caída de tensión total igual o inferior al 4,5% para alumbrado y 6,5% para fuerza, de acuerdo con el apartado 2.2.2 de la Instrucción ITC-19 del vigente Reglamento.

Las fórmulas empleadas en los cálculos de caídas de tensión son:

$$AU\% = ((p \times P \times L) / (U^2 \times S)) \times 100 \text{ en circuitos trifásicos}$$

$$AU\% = 2 \times ((p \times P \times L) / (U^2 \times S)) \times 100 \text{ en circuitos monofásicos}$$

donde:

- AU%: Caída de tensión (%).
- p: Resistividad del conductor cobre 1/56 ohmios x mm².
- P: Potencia en W.
- L: Longitud en metros.
- U: Tensión de alimentación en voltios.
- S: Sección del conductor en mm².

Los factores de potencia adoptados para los cálculos son:

- Fuerza: 0,80 general.
- Alumbrado: 1 puesto que se afectan del coeficiente corrector.
- Fuerza y alumbrado: 0,9 general.

A continuación se adjuntan los cálculos efectuados.

1.- Calculo de secciones y c.d.t de líneas de alimentación desde el C.G.B.T

VER CALCULOS EN TABLAS ADJUNTAS.

2.- Cálculo de secciones y c.d.t de líneas más desfavorables de cada cuadro.

VER CALCULOS EN TABLAS ADJUNTAS.

2.2.- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de intensidades de cortocircuito, vamos a diferenciar los siguientes tramos de la línea, para obtener una sumatoria de impedancias de la línea objeto de cálculo:

IMPEDANCIA AGUAS ARRIBA DE LA RED:

$$Z_A = (V_L)^2 / S_{cc} ; \text{ (Considerando } Z_A = X_A \text{)}$$

Siendo:

Z_A = Impedancia de la línea aguas arriba de la red.

V_L = Tensión de la línea de A.T.

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la línea de M.T (dato facilitado por la CIA suministradora, normalmente 500 MVA).

IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR:

$$Z_{cc} = (U_{cc} \times V_{2L}^2 / 100 \times S_n)$$

Siendo:

U_{cc} = Tensión de cortocircuito del transformador.

V_{2L} = Tensión de secundaria transformador

S_n = Potencia nominal del transformador.

IMPEDANCIA DE LA LINEA:

$$Z_L \approx R_L' = (\rho / Q_n)$$

Siendo:

R_L' = Impedancia de la línea por unidad de longitud.

ρ = resistividad del conductor.

Por tanto:

$$Z_L \approx R_L = (L / (\rho \times S))$$

Siendo:

L = Longitud de la línea.

ρ = resistividad del conductor.

S = Sección del conductor.

IMPEDANCIA TOTAL DE LA LINEA, EN EL PUNTO DE CORTOCIRCUITO A
CALCULAR:

Será la sumatoria de impedancias que existen en la línea,

$$Z_T = [Z_A + Z_{cc} + (Z_{L'1} + Z_{L'2} + \dots + Z_{L'N})]$$

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO MAXIMA, EN EL PUNTO DE CORTOCIRCUITO
A CALCULAR:

Por tanto, la Intensidad de cortocircuito máxima en cualquier punto de la línea se determina mediante la expresión:

$$I_{ccp} = U_n / (\sqrt{3} * Z_T)$$

Siendo:

- I_{ccp} : Intensidad permanente de cortocircuito (KA)
- U_n : Tensión nominal de la línea (en kV)

Mediante este método, llamado de las impedancias solo se están teniendo en cuenta las impedancias de los conductores, despreciando por tanto la parte de las reactancias de estos.

$Z_{L'} \approx R_{L'}$, considerando $jX_{L'}$ despreciable. Además según las tablas de cálculo mostradas más adelante, no se tiene en cuenta la selectividad de las protecciones, que bajan sustancialmente el poder de corte de las protecciones a utilizar, por lo que estamos considerando unas corrientes de cortocircuito I_{cc} máximas.

Puesto que cuando se da un cortocircuito, es prácticamente imposible, que este sea simétrico en todas sus fases, las hipótesis de cálculo están realizadas considerando un factor de asimetría del **1,1**, en un cortocircuito trifásico entre fases.

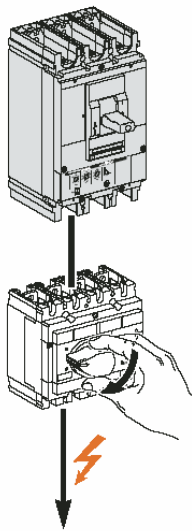
Por tanto en las tablas de cálculo adjuntas, se muestran las I_{cc} de cada uno de los cuadros. Existen cuadros en los que la I_{cc} de cálculo, supera el poder de corte de los interruptores. Para ello se utiliza el sistema denominado de acompañamiento o FILIACION, el cual se basa en que, el interruptor situado aguas arriba, “ayuda” al interruptor situado aguas abajo a interrumpir corrientes de cortocircuito superiores a su propio poder de corte. En este caso, es decir, cuando se supera la corriente I_{cc} aguas abajo, se requiere la apertura simultánea de ambos dispositivos de protección instalados en serie, típico de la configuración constituida por un interruptor automático aguas arriba y un seccionador aguas abajo.

Con las hipótesis consideradas anteriormente, y están justificados, los poderes de corte de las protecciones, que son:

Capacidad de corte mínima de los interruptores automáticos de protección en el Cuadro General de Baja Tensión será de 50 KA.

- Capacidad de corte mínima de los interruptores automáticos de protección en cuadros secundarios será como mínimo 10 KA.

A continuación se muestra la tabla de acompañamiento o filiación, que justifica los poderes de corte utilizados en las protecciones.



Interruptores-seccionadores Interpact / protección aguas arriba		
Por interruptor automático 380/415 V	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico
	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico
Por interruptor automático 440/480 V ⁽¹⁾	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico
	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico
Por interruptor automático 500 V	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico
	tipo / calibre máx. (A)	
	lcc max.	kA eficaces
	poder de cierre	kA pico

						1
INS250-100 INV100	INS250-160 INV160	INS250-200 INV200	INS250 INV250	INS320 INV320	INS400 INV400	
NS100-160-250N/100 25-36-36 53-75-75	NS160-250N/160 36 75	NS250N/200 36 75	NS250N/250 36 75	NS400-630N/320 45 94	NS400-630N/400 45 94	← 1
NS100-160-250H/100 70 154	NS160-250H/160 70 154	NS250H/200 70 154	NS250H/250 70 154	NS400-630H/320 70 154	NS400-630H/400 70 154	
NS100-160-250L/100 150 330	NS160-250L/160 150 330	NS250L/200 150 330	NS250L/250 150 330	NS400-630L/320 150 330	NS400-630L/400 150 330	
NS100-160-250N/100 25-25-35 53-53-73	NS160-250N/160 35 73	NS250N/200 35 73	NS250N/250 35 73	NS400-630N/320 42 88	NS400-630N/400 42 88	
NS100-160-250H/100 65 143	NS160-250H/160 65 143	NS250H/200 65 143	NS250H/250 65 143	NS400-630H/320 65 143	NS400-630H/400 65 143	

1.- CUADRO SALA VENTAS 1, CUADRO SALA VENTAS 2, CUADRO HORNOS.

2.3.- REALIZACIÓN DE LOS CÁLCULOS

Se representan en las tablas adjuntas.

2.4- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

Los cálculos luminotécnicos se efectúan para los distintos locales a iluminar y se utilizan para los mismos el programa de cálculo denominado DIALUX.

Se tiene en cuenta el tipo de instalación y características de los locales, indicándose los valores mínimos requeridos para alumbrado de emergencia y señalización.

Los niveles de iluminación adoptados se indican en la Memoria descriptiva de este Proyecto.

En todas las dependencias se ha previsto una iluminación suficiente para las necesidades de cada una, realizándose el alumbrado por medio de luminarias de halogenuros metálicos, pantallas fluorescentes y elementos puntuales.

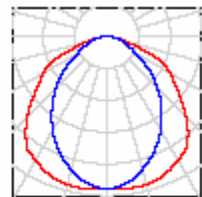
Los niveles indicados, se entienden mínimos y se consiguieran en condiciones normales de mantenimiento y a las 2.000 horas de funcionamiento.

2.4.1.- REALIZACIÓN DE CÁLCULOS

A continuación se incluyen los cálculos de iluminación de la sala de ventas, los cuales se han confeccionado teniendo en cuenta los aspectos anteriores indicados, así como el cuadro resumen de los mismos.

La lista de piezas de las luminarias de la sala de ventas son las siguientes:

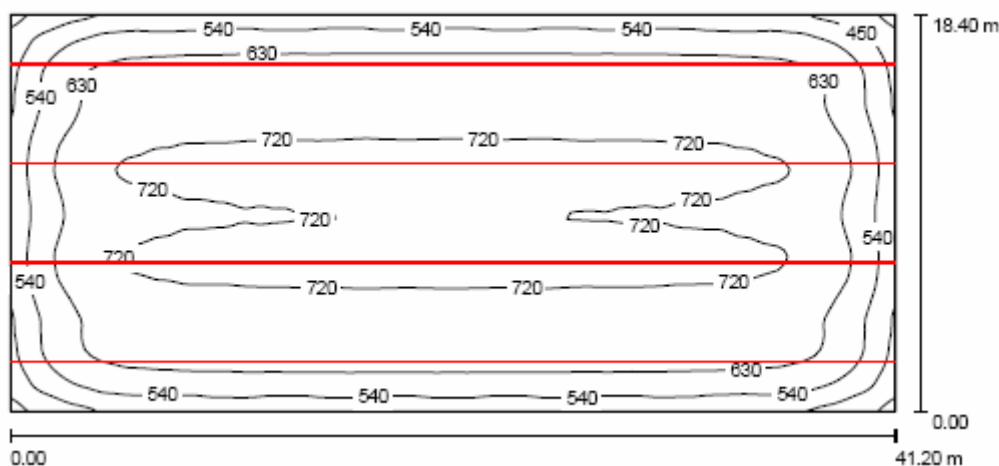
108 Pieza Philips TMX400 +GMX450 +GGX450 L 2xTL-D58W/840
N° de artículo:
Flujo luminoso de las luminarias: 10000 lm
Potencia de las luminarias: 107 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 53 84 97 100 58
Armamento: 2 x TL-D58W (Factor de corrección 1.000).



La clasificación de la luminaria según CIE: 100 código CIE Flux: 53 84 97 100 58

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR										
ρ Techo	70	70	50	50	50	70	70	50	50	30
ρ Paredes	50	50	50	50	50	50	50	50	50	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Método en perpendicular al eje de lámparas					Método longitudinalmente al eje de lámparas			
2H	2H	20.0	21.2	20.2	21.4	21.6	17.1	18.3	17.3	18.5
	3H	21.4	22.5	21.7	22.8	23.0	18.0	19.1	18.3	19.6
	4H	21.7	22.8	22.1	23.1	23.3	18.3	19.4	18.7	20.0
	6H	22.0	22.9	22.3	23.2	23.6	18.7	19.6	19.0	20.2
	8H	22.1	23.0	22.4	23.3	23.6	18.8	19.7	19.1	20.3
4H	2H	22.1	23.0	22.5	23.3	23.6	18.8	19.7	19.2	20.4
	3H	26.2	21.2	20.5	21.5	21.8	17.8	18.8	18.1	19.4
	3H	21.8	22.6	22.1	23.0	23.3	18.0	18.7	18.2	20.0
	4H	22.2	23.0	22.6	23.3	23.7	19.3	20.1	19.7	20.4
	6H	22.6	23.2	23.0	23.6	24.0	19.7	20.4	20.1	20.8
8H	2H	22.7	23.3	23.1	23.7	24.1	19.9	20.5	20.3	20.9
	3H	22.7	23.3	23.2	23.7	24.1	20.0	20.6	20.5	21.0
	4H	22.5	22.9	22.7	23.3	23.7	19.6	20.2	20.0	20.6
	6H	22.7	23.2	23.1	23.6	24.1	20.1	20.6	20.6	21.1
	8H	22.9	23.3	23.3	23.7	24.2	20.4	20.8	20.8	21.2
12H	2H	23.0	23.3	23.5	23.8	24.3	20.6	20.9	21.1	21.9
	4H	22.2	22.8	22.7	23.2	23.6	19.6	20.2	20.1	20.6
	6H	22.7	23.1	23.2	23.6	24.0	20.2	20.6	20.6	21.1
	8H	22.9	23.3	23.4	23.7	24.2	20.4	20.8	20.9	21.3
	12H	22.9	23.3	23.4	23.7	24.2	20.4	20.8	20.9	21.3
Variación de la posición del espectador para operaciones 5 entre luminarias										
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2			
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.6 / -0.9			
S = 2.0H		+0.6 / -0.6					+0.6 / -1.4			
Tabla extractor		8/04					8/04			
Sumando de corrección		3.5					6.0			
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 100000 lúmenes total										



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:295

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	650	330	753	0.51
Suelo	20	626	351	726	0.56
Techo	70	127	106	137	0.83
Paredes (4)	50	296	106	5549	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Luminarias-Lista de piezas

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	108	Philips TMX400 +GMX450 +GGX450 L 2xTL-D58W/840 (1.000)	10000	107
total:			1080000	11556

Valor de eficiencia energética: $15.24 \text{ W/m}^2 = 2.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 758.08 m^2)

3.- INSTALACIÓN DEL PARARRAYOS

El cálculo del pararrayos se ha diseñado a partir de la sección SU 8 del código técnico de la edificación.

Este código nos dicta la necesidad o no de la instalación de un pararrayos y en caso afirmativo del tipo necesitado.

3.1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

- Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos N_e sea mayor que el riesgo admisible N_a .
- Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.7.2 del SU 8.

La frecuencia esperada de impactos, N_e , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_e = N_q \cdot A_e \cdot C_1 \cdot 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

Siendo:

- N_q = densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año*km²)
- A_e = superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 = coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.



Figura 3. Mapa de densidad de impacto sobre el terreno Ng. (Fuente: catálogo C.T.E.)

Situación del edificio	C ₁
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

El riesgo admisible, N_a , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{C}$$

Siendo:

- $C = C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5$
- C2 Coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2
- C3 coeficiente en función del contenido del edificio conforme a la tabla 1.3
- C4 coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4
- C5 coeficiente en función de la necesidad de la continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio a la tabla 1.5

Tabla 1.2 Coeficiente C_2

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C_3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_4

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_5

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

3.2.- TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO

Cuando, conforme a lo establecido en el apartado anterior, sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, esta tendrá al menos la eficiencia E que determina la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne}$$

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

La superficie de captura equivalente (A_e) calculada para nuestro edificio será de 7000m^2 de la sala de ventas mas las zonas de reservas, almacenes, cámaras y zona de carga/descarga de aproximadamente 2000m^2 .

Obteniendo los siguientes resultados de Ne (Frecuencia esperada de rayos) y Na (Frecuencia aceptable de rayos):

- ➔ Ne = 0.018 descargas/año
- ➔ Na = 0.0018descargas/año

El valor de la frecuencia aceptable de rayos es menor que la frecuencia esperada de rayos. Comprobamos la necesidad de la instalación de un sistema de protección contra el rayo

Para decidir el nivel de protección a utilizar se utilizará la formula anteriormente dicha:

$$E = 1 - \frac{Na}{Ne}$$

Comparando el valor de la eficiencia, E, con la tabla de eficiencia nos da el tipo de pararrayos que es necesario para proteger la estructura estudiada, en este caso será del tipo III.

ANEJO B DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACION SECCIÓN SU 8

Los sistemas de protección contra el rayo deben constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra de acuerdo a los apartados siguientes.

El sistema externo de protección contra rayo esta formado por dispositivos captadores y por derivadotes o conductores de bajada.

Los dispositivos captadores podrán ser puntas Franklin, mallas conductoras y pararrayos con dispositivo de cebado, en nuestro caso se dispondrá la instalación de un pararrayos con dispositivo de cebado.

4.- INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS MEDIANTE AGENTES GASEOSOS

4.1 Cálculos cantidad de IG-541 con inundación total

Para el cálculo de cantidad de IG-541 se ha tenido en cuenta el volumen y superficie de los recintos a estudiar, las características por unidad de volumen de espacio a proteger del IG-541, concentración de diseño, temperatura de trabajo.

Se ha efectuado un sobredimensionamiento de los mismos atendiendo a la concentración de extinción con un factor de seguridad de 1,33.

Para todos los recintos hemos tenido en cuenta los valores mas desfavorables, las tabla 3 (Cantidad de IG-541 para inundación total) y tabla 4 (concentración de diseño y de extinción de referencia del IG-541) de la Norma 15004-10:2008.

Las fórmulas empleadas en los cálculos de cantidad total de IG-541 son:

$$Q_R = m \cdot S_R$$

$$S_R = k_1 + k_2 \cdot T_R$$

Con $k_1 = 0.65799$ y $k_2 = 0.002239$

$$m = \frac{V}{S} \cdot \ln\left(\frac{100}{100 - c}\right)$$

$$S = k_1 + k_2 \cdot T$$

Donde:

- Q_R = Cantidad de agente que se requiere a la temperatura de referencia de 20°C y a una presión de 1.013bar, por metro cúbico de volumen a proteger, para conseguir la concentración indicada a la temperatura especificada.
- S_R = Volumen específico de referencia (en metros cúbicos pro kilogramo) a la temperatura de llenado de referencia para el vapor de IG-541 sobrecalentando a una presión de 1.013 bar.
- V = Volumen neto de riesgo (en metros cúbicos) del recinto a proteger menos las estructuras fijas impermeables al agente extintor.
- T = Temperatura (grados Celsius) de diseño de la zona de riesgo.

- S = Volumen específico (metros cúbicos por kilogramo) del vapor sobrecalentado del IG-541 a una presión de 1.013bar.
- c = Concentración volumétrica del IG-541 en el aire a la temperatura indicada y a una presión absoluta de 1.013 bar.

Cálculos de Volumen de IG-541 por recinto:

VER CALCULOS EN TABLAS ADJUNTAS

Volumen de diseño de IG-541 por metro cúbico del recinto a proteger

Una vez definidos los recintos a estudiar empezamos

		Volumen
Zona 1	C.G.B.T.	95,625
Zona 2	CT	112,2
Zona 3	Grupo Electrónico	95,625

Según los parámetros para una concentración de diseño del 46%, dentro de los límites NOAEL y LOAEL y según las tablas 4 de la Norma EN 15004-10:2008, nos vamos a la tabla 3 de la misma norma, Cantidad de IG-541 para inundación total, para una temperatura de 25° obtenemos los siguientes parámetros para el dimensionamiento de nuestro sistema de PCI.

m	V	S	Concentración de Diseño	
0,809879439	95,625	0,7177	0,606	Zona 1
0,950258541	112,2	0,7177	0,606	Zona 2
0,809879439	95,625	0,7177	0,606	Zona 3

Con los parámetros obtenidos procedemos a calcular el Volumen específico de referencia, S_r , es decir el volumen de vapor específico a la temperatura de llenado de referencia para el vapor de IG-541

Sr	K1	K2	Tr	
0,713965	0,65799	0,002239	25	Zona 1
0,713965	0,65799	0,002239	25	Zona 2
0,713965	0,65799	0,002239	25	Zona 3

Ya con el volumen específico del agente gaseoso ig-541, es el requisito del agente (en metro cúbicos por metro cúbico) es decir la cantidad de agente que se requiere a la temperatura de referencia de 20°C y a una presión de 1,013 bar, por metro cúbico de volumen a proteger, para conseguir la concentración indicada a la temperatura especificada.

Qr	m	Sr	
0,571612908	0,809879439	0,7058	Zona 1
0,670692479	0,950258541	0,7058	Zona 2
0,571612908	0,809879439	0,7058	Zona 3

Una vez calculado el Volumen específico relativo calculamos el total, y a su vez aplicamos una constante de inundación, cuyo valor es K=1,33.

Obtenemos los valores finales, la concentración de agente gaseoso será la siguiente

QT	Qt	Qr	V	
72,6984441	54,6604843	0,57161291	95,625	Zona 1
100,084756	75,2516961	0,67069248	112,2	Zona 2
72,6984441	54,6604843	0,57161291	95,625	Zona 3

QT
72,6984441
100,084756
72,6984441

PLIEGO DE **CONDICIONES** **TÉCNICAS**

INDICE

1.- GENERALIDADES

- 1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS
- 1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN
- 1.4.- VIBRACIONES Y RUIDOS
- 1.5.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, ROTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZADORES
- 1.6.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES
- 1.7.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1.- GENERALIDADES

2.2.- APARATA EN ALTA TENSIÓN.

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

INTERRUPTORES-SECCIONADORES.

CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.

PUESTA A TIERRA.

2.3.- Transformadores.

2.4.- Equipos de Medida.

CONTADORES.

CABLEADO.

2.5.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

2.6.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

2.7.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

PREVENCIÓNES GENERALES.

PUESTA EN SERVICIO.

SEPARACIÓN DE SERVICIO.

PREVENCIÓNES ESPECIALES.

2.8.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

2.9.- CABLES DE TRANSPORTE ENERGÍA ELÉCTRICA (1-52 kV).

3.- GRUPO ELECTROGENO

3.1.- GENERALIDADES

3.2.- COMPONENTES

3.2.1.- MOTOR DIESEL

3.2.2.- ALTERNADOR

3.2.3.- ACOPLAMIENTO Y BANCADA

3.2.4.- CUADRO PROTECCIÓN, ARRANQUE Y CONTROL

3.2.5.- DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE

3.2.6.- DOCUMENTACIÓN Y APOYO TÉCNICO

3.8.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

3.9.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS

- 3.9.1. Manual
- 3.9.2. Funcionamiento automático
- 3.9.3. Funcionamiento de Pruebas

4.- BAJA TENSIÓN

- 4.1.- INSTALACIONES DE ELETRICIDAD
- 4.2.- CUADROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCION
- 4.3.- INTERRUPTORES AUTOMATICOS
- 4.4.- TRANSFORMADORES DE MEDIDA
- 4.5.- APARATOS DE MEDIDA
- 4.6.- FUSIBLES DE PROTECCION
- 4.7.- CONTACTORES
- 4.8.- INTERRUPTORES ROTATIVOS
- 4.9.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES
- 4.10.- CANALIZACIONES DE ACERO
- 4.11.- CANALIZACIONES DE ACERO FLEXIBLE RECUBIERTAS DE P.V.C.
- 4.12.- CANALIZACIONES DE PLASTICO RIGIDO
- 4.13.- CANALIZACIONES DE PVC DURO COARRUGADO
- 4.14.- CANALIZACIONES EN BANDEJA METÁLICA ABIERTA
- 4.15.- CANALIZACIONES EN BANDEJA METALICA CERRADA
- 4.16.- CANALIZACIONES EN BANDEJA DE PLASTICO RIGIDO
- 4.17.- CAJAS DE REGISTRO
- 4.18.- CONDUCTORES
- 4.19.- CONDUCTORES PARA REDES DE DISTRIBUCION EN B.T.
- 4.20.- MECANISMOS
- 4.21.- APARATOS DE ALUMBRADO
- 4.22.- EQUIPOS FLUORESCENTES
- 4.23.- LUMINARIAS y PROYECTORES PARA LAMPARAS DE DESCARGA

5.- RED DE TIERRAS

- 5.1.- GENERALIDADES
- 5.2.- RED DE PUESTA INDEPENDIENTES
 - 5.2.1.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION ALTA TENSION
 - 5.2.2.- RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO
 - 5.2.3.- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO
 - 5.2.4.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION BAJA TENSION
 - 5.2.5.- ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS

6. PARARRAYOS

- 6.1.- GENERALIDADES
- 6.2.- COMPONENTES
 - 6.2.1.- MASTIL
 - 6.2.3.- ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA

7.- BATERIA DE CONDENSADORES

1.- GENERALIDADES

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PTC) es de aplicación a todo el contenido del capítulo de Electricidad y Protección contra incendios, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) Según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tortillería, soportes, conectores, cintas, etc.) deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representara a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajusta y probar los equipos. Este Técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjaz, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc., que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del proyecto alcanzaran el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada, funcionamiento y legalizada.

1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presenta a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

1.4.- VIBRACIONES Y RUIDOS

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las ordenanzas municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para que estos casos disponga el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexible.

1.5.- IDENTIFICACION DE EQUIPOS, ROTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZADORES

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus características serán grabadas con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo “Leyenda de Cuadro”, asignando un numero a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos

números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricos. Para estos unos, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijado mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornas de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente lo que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

LA fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

1.6.-PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES

En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI esta obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentre terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica se a la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos alimentados desde un mismo cuadro. La mínima tensión aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío con a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.

- Comprobación de todos los dispositivos de corriente diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y de tiempo de corte.
- Comprobación de tarado de relés de largo retardo en los interruptores de máxima corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de selectividad en el disparo de protecciones, o de caída de tensión a plena carga.
- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada por el fabricante, forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizadores.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y los codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y penado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañados las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alambrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que si conexión es correcta.
- Se realizará, para lo locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puesto de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos los componentes, asimismo, en el caso de que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del

conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá las resistencias de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el cuadro general de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de protección eléctrica y de protección contra incendios en el centro de transformación.
- Se comprobará las puestas a tierra de neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protecciones en B.T. en el cuadro general de B.T., así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre suministro normal y complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que esta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro EA media Grupo Electrógeno, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

1.7.-NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centro de transformación
- Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios NBE-CPI 1996 según R.D. 1942/1993 con sus posteriores desarrollos y revisiones tales como la Orden de 16/4/1998. Además, se tendrán presentes las normas UNE-EN 15004 y 15004-10
- Código Técnico de la Edificación

2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN

2.1.- GENERALIDADES

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el centro de transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc.

El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas, etc.), así como los estructurales en él contenidos tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial media, y sus materiales constructivos del revestimiento interior serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las ordenanzas municipales. Concretamente 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de 12 mm de diámetro (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de 2,5 mm de diámetro (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a empelar serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionaran desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales Irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será, en realidad, un interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10cm, se instalará una malla de 30x30 cm. Formada por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamiento y modo operativo de maniobras
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportara todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, palancas de accionamiento de la apartamentada, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. Reglamentarios.

En la configuración del local y situación, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

2.2.- APARAMENTA EN ALTA TENSION.

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

*** CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.**

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos,

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mandos.
- e) Compartimento de control.

que se describen a continuación.

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mando.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro

*** CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.**

- Tensión nominal 24 kV.
- Nivel de aislamiento:
 - a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef. 1 mn.
 - b) a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400-630 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200/400 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

*** INTERRUPTORES-SECCIONADORES.**

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de corte nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte (sea por interruptor-fusibles o por interruptor automático): 16 kA ef.

*** CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.**

En el caso de utilizar protección ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

*** PUESTA A TIERRA.**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25 x 5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

2.3. Transformadores.

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, encapsulado en resina epoxy, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y demás características detalladas en la memoria.

2.4. Equipos de Medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la celda de medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Las características eléctricas de los diferentes elementos están especificadas en la memoria.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardado las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en la celda. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

*** CONTADORES.**

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas están especificadas en la memoria.

*** CABLEADO.**

La conexión de los secundarios de los transformadores de medida a los dispositivos de comprobación ubicados en el armario de contadores, se realizará con cable flexible

unipolar, de cobre, con aislamiento termoplástico, sin solución de continuidad entre los dos extremos.

Los cables serán de aislamiento en PVC 0.6/1kV con designación VV 0.6/ 1 kV 1 x 6. La sección de éstos será de 6 mm² hasta una distancia entre extremos de 20m.

Los cables transcurrirán por dos tubos rígidos preferentemente de acero sin soldadura tamaño PG29 uno para circuitos de intensidad y el otro para las tensiones. En tramos cortos se podrá utilizar tubo flexible de acero.

Para asegurar la conexión de los conductores a los bornes de los secundarios los transformadores de medida y a los dispositivos de comprobación, se utilizarán terminales metálicos, debidamente montados para garantizar su contacto eléctrico y sin alterar sensiblemente la resistencia eléctrica del conductor.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

2.5. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de Unión FENOSA Distribución (U.F.D.S.A).

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

2.6. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

2.7. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

*** PREVENCIONES GENERALES.**

1)- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2)- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3)- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4)- No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5)- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6)- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7)- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

*** PUESTA EN SERVICIO.**

8)- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9)- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

*** SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

10)- Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11)- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13)- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

*** PREVENCIÓNES ESPECIALES.**

14)- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16)- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

2.8. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

2.9. CABLES DE TRANSPORTE ENERGÍA ELÉCTRICA (1-52 kV).

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el apartado anterior de Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) contruidos según norma 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de los transformadores, incluso en el caso de circuito en anillo, que permitirá

abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.

- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.

3.7. GRUPO ELECTROGENO

3.7.1.- GENERALIDADES

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un suministro complementario (Art. 10 del R.E.B.T.) mediante grupos electrógenos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrán de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo eléctrico.

Antes del suministro del grupo eléctrico, la empresa instaladora (EI) entregará a la dirección facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sean el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una “toma de tierra” independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del suministro normal proporcionado por la compañía eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automática por gallo o vuelta del suministro normal.

El grupo eléctrico será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de

control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable y prevista en este proyecto con insonorización a 30 dB.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace entre el GE y el cuadro eléctrico se consideraran dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 15000 rev/min, en CV
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 15000 rev/min, en CV
- Potencia máxima del alternador en kVA
- Tensión de suministro en sistema trifásico
- Factor de potencia
- Frecuencia de la corriente alterna
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo del red, etc.)
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc.)
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración
- Dimensiones y peso
- Disminución de ruidos en la insonorización

Todas estas características, así como tipo de refrigeración, y demás instalaciones complementarias corresponderán con los descritos en memoria y relacionado en mediciones.

3.7.2 COMPONENTES

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271 y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

3.7.2.1. MOTOR DIESEL

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases

- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y mediciones)
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno
- Lubricación con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobre velocidad
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador en intercambiador según mediciones
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con manómetro de combustible, manómetro de aceite y termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

3.7.2.2 ALTERNADOR

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltaje debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y asilamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz.

Dispondrá de modulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxy y su control sobre la tensión de gases, en función de la frecuencia, se realizara mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

3.7.2.3 ACOPLAMIENTO Y BANCADA

La unión entre motor y alternador se realizara mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador ira montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

3.7.2.4 CUADRO PROTECCION, ARRANQUE Y CONTROL

Podrá ir en bancada o separado, En él Irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un modulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos

- Módulo informático de mando y vigilancia
- Cargador automático de batería de acumuladores
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios, Automático, Manual, Pruebas y Desconectado
- Aparatos de medida con Frecuenciómetro, voltímetros y amperímetros para consumos y carga de acumuladores
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

3.7.2.5 DEPOSITO DE COMBUSTIBLE

Su capacidad se dimensionara para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e ira instalada en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante. En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasoleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5m y válvula de purga.

3.7.2.6 DOCUMENTACION Y APOYO TECNICO

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico
- Libros de despiece del motor diesel
- Manual de mantenimiento
- Curso básico a personal de mantenimiento para inspecciones de pruebas periódicas del GE

3.8 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la DF estime oportunas para llevarlas a término y la normativa correspondiente de protección contra incendios en cuanto a sectorización y grado de resistencia al fuego.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustaran a las normas que pudieran afectar emanadas de organismos oficiales, específicamente reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84

3.9 PRUEBAS REGLAMENTARIAS

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinara la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

3.9.1 FUNCIONAMIENTO MANUAL

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizaran las siguientes maniobras:

1. Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales
2. Transferencia de carga de red al GE, comprobando el buen funcionamiento de todas las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE
3. Estando el GE en prueba 2), se cortara el suministro de red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a red. Conectando de nuevo el suministro de red se procederá a la prueba 4)
4. Transferencia de carga desde el GE a la red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones
5. Parada del GE

3.9.2 FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizaran las siguientes pruebas:

- Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores
- Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de red y transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizara con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose pos i solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

3.9.3 FUNCIONAMIENTO PRUEBAS

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizaran las pruebas de la función AUTOMATICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a DESCONECTADO, sea cual fueres el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.

Comprobación de pulsadores, lámparas de señalización y alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:

- Conmutador de funciones:
AUTOMATICO; MANUAL; PRUEBAS Y DESCONECTADO
- Pulsadores de :
ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LAMPARAS Y PARADA EMERGENCIA
- Lámparas de señalización:
EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESION ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificaron:
FALLO ARRANQUE AUTOMATICO, BAJA PRESION ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

BAJA TENSIÓN

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24 e ITC-BT-28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de los componentes.

1.- INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD

La instalación de todos los equipos que componen la instalación eléctrica que se describe en el presente Proyecto cumplirá en todo momento con lo reglamentado en la Normativa vigente, aún cuando no se encuentre expresamente señalado en el mismo.

La empresa que resulte adjudicataria de los trabajos aquí descritos deberá estar en poder del carné de instalador electricista y de cuantos otros documentos puedan ser exigibles por las diferentes Administraciones del Estado, bien sean Nacional, Autonómica o Local, así

como estar al corriente de pago de todos sus tributos y en especial de lo Seguridad Social de sus trabajadores.

Dicha empresa debe entender perfectamente, y asumir el Proyecto cuyo objetivo que se consigue al realizar las obras descritas e incluir en su oferta todo aquello que sea necesario para su buen fin y correcto funcionamiento aunque no se encuentre expresamente indicado en los diferentes documentos que componen el Proyecto.

En cuanto a los materiales empleados y forma de ejecución se cumplirá lo indicado en las paginas siguientes.

2.- CUADROS SECUNDARIOS DE DISTRIBUCION

Estarán contruidos con chapas de acero laminadas en frío de 1,5 mm de espesor, pintadas al duco en color a definir en obra por la Dirección Facultativa, secados al horno.

La accesibilidad al interior de los mismos se conseguirá mediante una puerta frontal equipada con bisagras y cerradura amaestrada.

Estarán preparados para montaje empotrado, semiempotrado o de superficie, según los casos,

Todo el conjunto de barras y bases, van montados en una bandeja metálica o sobre perfiles que sirven de apoyo y sujeción de los interruptores automáticos.

Las barras de pletina de cobre cadmiado de 30 x 2 mm², para 150 A, Y 30 x 3 mm² para 225 A, se montarán en bases moldeadas de melanina, que reúnan buenas propiedades dieléctricas y de aislamiento.

Tanto las entradas como las salidas se protegerán con disyuntores de corte omnipolar, de los calibres indicados en planos.

Las cajas de los cuadros tendrán una profundidad mínima de 100 mm para facilitar la acometida de los tubos.

Todos los interruptores automáticos, así como los guarda motores se conectarán ordenadamente a las barras y se identificarán correlativamente como se indica en los planos.

Las conexiones de circuitos se realizarán siempre en bornas de conexión identificadas y empleando una sola borna por cada conductor,

El embarrado y conjunto del cuadro estará capacitado para una verificación de aislamiento de 2.500 V., durante 1 minuto.

El conjunto estará preparado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos

derivados de una lcc señalada en proyecto.

Para conductores se emplearán colores normalizados para fases, neutros y tierra.

Los cuadros para montaje mural adosado dispondrán de los anclajes adaptados al material constructivo del muro. En caso de tabiques ligeros, los cuadros dispondrán de un marco formado por perfiles normalizados con imprimación antioxidante y pintura de acabado, el marco se fijará a suelos y techos resistentes.

Los cuadros para montaje apoyado sobre suelo estarán dotados de un zócalo, altura mínima = 25 cm., formado por bastidor de perfiles normalizados galvanizados y cierre de los laterales mediante chapas con imprimación antioxidante y pintura de acabado.

Las conexiones para telemandos, control, señalización y medida, se harán debidamente cableados, utilizando conductores de un mismo color para cada uno de los servicios anteriormente indicados, facilitando de esta forma su identificación.

Los circuitos de salida, tanto de fuerza como de mando o señalización, se llevarán a bornas de conexión, situadas en la parte inferior o superior de los cuadros (según convenga en cada caso), con nº de identidad, empleándose una borna por conexión.

En el cuadro se montará una pletina de cobre unida a la red de tierra y a la que se llevarán conexiones de todas las carcassas, chasis y cualquier otra pieza metálica del cuadro que normalmente no deba estar en tensión,

Las puertas se conectarán mediante trenza flexible de cobre.

3.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Serán omipolares, sin aceite y ruptura al aire. Se utilizarán para la protección de líneas generales cumplimentando las características técnicas siguientes:

- Tensión nominal máxima de servicio: 660 V.
- Tensión de prueba según norma UNE y CEL
- Poder de corte a 400 V., según cálculo.
- Intensidad nominal: Será variable según los casos y según el tipo de disyuntor que se ofrezca por ser variable el calibre mínimo de unos fabricantes a otros para conseguir los poderes de cortes necesarios, En cualquier caso, se tomará de referencia lo indicado en proyecto.
- Mando manual de cierre brusco frontal, reenganche impedido en caso de disparo automático e indicación de las posiciones de "abierto" o "cerrado".

Su construcción de gran robustez permitirá fácil montaje.

Las bornas como todos los órganos auxiliares de señal y protección serán fácilmente

accesibles para proceder a sus conexiones y revisiones.

Los apaga chispas tendrán un aislamiento especial para evitar la propagación del arco entre fases.

Los contactos serán de cobre plateado que garanticen un contacto lineal de resistencia, no alterándose por oxidación o ensuciamiento.

Todos los interruptores automáticos principales estarán provistos de cuatro relés de sobre intensidad, de disparo fijo diferido, regulable, tanto en intensidad como en tiempo y otros cuatro relés magnéticos de disparo instantáneo regulables en intensidad solamente. Serán relés directos actuando mecánicamente sobre el disparo, sin acudir a bobina de mando a distancia con un dispositivo de contacto auxiliar, ligado a ellos para señalización de disparos por actuación de los relés. Se verificará la correcta protección del conductor de neutro.

A efectos de unificar repuestos y esquemas de cableado, dispositivos, etc., todos los interruptores procederán de un mismo fabricante.

Los disyuntores utilizados para protección del secundario de los transformadores de potencia, dispondrán de una bobina de disparo enclavada con el interruptor correspondiente en A.T., a fin de que dispare el disyuntor una vez haya cortado la alimentación en alta.

4.- TRANSFORMADORES DE MEDIDA

a) - Transformadores de intensidad.

Estarán contruidos según normas DIN 42.600 Y 42.601 Y dimensionados de forma que puedan soportar 1,2 veces la intensidad secundaria normal y durante 15 minutos 1,5 veces dicha intensidad secundario será de 5 A.

En el proyecto se utilizarán dos tipos de transformadores, unos con clase de precisión 0,5 y otros de 1. Los primeros serán aplicados para alimentar las bobinas amperimétricas de los contadores de medida y los segundos para la alimentación de los equipos de medida o protección.

1- El núcleo magnético será de chapa de grano orientado, de gran permeabilidad a las pequeñas inducciones.

2.- El montaje en los cuadros, siempre que se pueda, se realizará sobre los propios juegos de barras, por lo que deberán estar previstos para tal efecto.

b) - Transformadores de tensión.

Reunirán las mismas características indicadas en el apartado anterior.

5.- APARATOS DE MEDIDA

En esta norma distinguiremos cuatro tipos fundamentales de aparatos de medida que se instalarán en los Cuadros Generales de Distribución y Centros de Control de Motores (cuyos esquemas unifilares y características se detallan en los planos correspondientes), los cuales se relacionan a continuación.

a) - Amperímetros electromagnéticos, especialmente apropiados para medida de intensidades en circuitos de corriente alterna.

Estarán dispuestos en cajas de dimensiones 96 x 96 mm, preparadas para montarse empotradas en cuadros. Dispondrán de corrector de cero.

Su construcción, de gran solidez, debe ofrecer seguridad para el correcto estado de las medidas. Resistirán temperaturas de 50 veces la intensidad nominal durante un segundo.

La conexión tendrá que estar prevista según los casos, de disposición para conectarse directamente a la red o a transformadores, la escala corresponderá a la corriente que realmente circulará por el primario del transformador.

b) - Voltímetros electromagnéticos, previstas para medir valores de tensión.

Se dispondrán en cajas de análogas dimensiones y características que las anteriores

Dispondrán de corrector de cero

La clase de precisión será 1 y el sistema de conexión directo a red (sin transformador).

c) - Frecuencímetros de lengüetas, precisión +0,5% del valor nominal, se instalarán en cajas de dimensiones 96 x 96 mm., previstas para montaje empotrado en cuadro. Su conexión se efectuará directamente a la red o mediante transformadores de medida (según esquemas).

d),- Fasímetros de conexión directa a 5 A, o a transformadores de medida, según la intensidad que recorra el circuito.

Estarán dispuestos en cajas de dimensiones 96 x 96 mm., previstas para empotrar en cuadros.

La clase de precisión será 1.

NOTA:

En los voltímetros se podrán emplear conmutadores de tres posiciones de lectura (entre fase y neutro) y una de reposo.

6.- FUSIBLES DE PROTECCION

Se montarán en los Cuadros Generales de Distribución y Centro Control de Motores. Deberán ser de alta capacidad de ruptura y cumplirán con las normas DIN 43620 Y VDE 066 en cuanto a dimensiones y características de fusión así como UNE.

Los cartuchos fusibles serán unipolares de ejecución extraíble y de los calibres adecuados a lo carga a soportar por el circuito correspondiente. El poder de corte mínimo autorizado es de 50 KA a 400 V.

Todos los fusibles, se procurara, que sean de la mismo marca paro facilitar intercambiabilidad, El suministro incluirá empuñaduras de extracción para el conjunto de fusibles que se ofrezca (uno cada tipo que deba acoplarse).

7.- CONTACTORES

Responderán a las características exigidas para cada tipo de servicio.

Su construcción debe estar realizada a base de bloques de baquelita de gran dureza.

Los contactos serán de cobre electrolítico, montados siguiendo el sistema de doble corte, con superficie y presión al cierre que evite todo posibilidad de deslizamiento.

Los contactores se suministrarán con doble bobina.

Las cámaras de extinción estarán recubiertas por una forma de cerámica que evite el apagado del arco sin manifestación exterior posible.

Deberán admitir como mínimo uno frecuencia de maniobra de 30 conexiones por hora.

Todos los contactos corresponderán o las exigencias de las normas.

Los equipos guardamotors estarán constituidos por un contactor y tres relés térmicos regulables destinados a la protección contra sobre intensidades, los cuales, deberán presentar una gran resistencia a los efectos de cortocircuito. Dispondrán de rearme manual e irán equipados con pastillas de contactos auxiliares para enclavamiento y automatismos. Los contactos auxiliares serán del tipo recambiable.

Los relés térmicos corresponderán a la intensidad nominal del motor a proteger, de

acuerdo con el par de arranque del motor a proteger.

El mando se hará por interruptores o pulsadores, según se indique en planos.

Los contactores se elegirán con un 20% aproximadamente de capacidad, superior a la nominal prevista.

Se procurará en el suministro de los contactores que éstos dispongan de contactos auxiliares en reserva, como mínimo dos de apertura y dos de cierre.

8.- INTERRUPTORES ROTATIVOS

Estarán preparados para maniobras de carga, con mando posterior por palanca, colocados en los cuadros generales de distribución y dimensionados para trabajar, con los calibres que se indican en planos.

Reunirán las siguientes características:

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| - Tensión nominal | 500 V |
| - Tensión de ensayo | 2500 V |
| - Intensidad nominal | (la indicada en planos). |

Las piezas de contacto - cuchillas y pinzas - estarán construidas en cobre electrolítico y plateadas.

El sistema de contactos será por puntos, de gran presión y suave deslizamiento, consiguiéndose seguridad y auto limpieza de la superficie de conexión. Al propio tiempo será doble, es decir, con un punto de contacto de trabajo y otro de ruptor.

Las cámaras de extinción estarán construidas con un nylon especial con carga de fibra de vidrio, de elevadas características.

Las piezas aislantes serán de melanina de alta calidad para asegurar una total protección.

Deberán ser fácilmente accesibles para que su montaje y conexionado se efectúen con toda facilidad.

Llevarán dispuestos en lugares visibles, unas cintas de aluminio anodizado, en color verde (O) y rojo (I) para señalar las posiciones de funcionamiento.

Se suministrarán con dos juegos de contactos auxiliares, uno de apertura y otro de cierre, que serán utilizados para señalar sobre dos lámparas, el estado de trabajo del servicio que corresponde al interruptor.

9.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Estos aparatos tienen la función de detectar y desconectar las partes del circuito, o bien los aparatos en los cuales se presenta una corriente de defecto a tierra, además de eliminar instantáneamente los fallos a tierra producidos por defecto de aislamiento, reduciendo al mínimo las causas mas frecuentes de incendios de origen eléctrico.

Se colocaran en los cuadros generales de distribución y en los secundarios según los casos y para trabajar con los calibres que se indican en planos.

Reunirán las siguientes características:

- Tensión de utilización	230/400 V, 50 HZ
- Intensidad nominal	25.40 Y 63 A.
- Sensibilidades	10/30/300 mA.
- Conforme o normas	UNE 20383 - CEE27 y VDE 0664
- Tiempo de apertura	menor de 30 milisegundos
- Poder de corte	2 KA, 400V
- Normativo	Instrucción ITC-BT-24 de R.E.B.T.

Para intensidades superiores a las indicadas, se emplearan transformadores toroidales de diámetros variables con acompañamiento de relés diferenciales.

Se verificará que los interruptores diferenciales estén protegidos para la Icc de cálculo por asociación con el interruptor automático que se encuentre aguas arriba de los mismos.

Transformadores toroidales: estarán compuestos por núcleos de plancha magnética de alta calidad, embebidos en resinas especiales y recubiertas por una envoltura de plástico de alta resistencia mecánica.

Podrán estar diseñadas para distribución con cables o con barras de cobre electrolítico.

Relés diferenciales: Disponibles con gama de sensibilidad comprendida entre 30 y 500 miliamperios, con accionamiento instantáneo o temporizado. Dispondrá de señalización óptico del defecto, en caso de temporización o empleo solamente como señalización.

10.- CANALIZACIONES DE ACERO

Serán del tipo de acero galvanizado, de 13 mm. de diámetro como mínimo, salvo indicación contraria, hasta los tamaños máximos fabricados en España, y homologados según UNE, y/o CEE.

Cuando se requieran mayores diámetros se empleará tubería del tipo normal empleado en instalaciones mecánicas, que sean adecuadas para uso en electricidad a juicio de la

Dirección de la obra.

Se instalarán en los lugares indicados en los planos y de las dimensiones correspondientes.

La curvatura de los mismos se realizará en frío efectuándose mediante aparatos especiales; en ningún caso el ángulo será inferior a 90 grados.

La unión de diferentes tramos se hará por medio de manguitos contruidos en acero galvanizado que rosca en los extremos de los mismos ó bien según se indique en proyecto con manguitos enchufables a presión.

Para protección de los cables, los tubos en las entradas de las cajas llevarán tuercas y boquillas de plástico.

11.- CANALIZACIONES DE ACERO FLEXIBLE RECUBIERTAS DE P.V.C.

Serán del tipo TM/PVC de PG-11 de diámetro como mínimo, salvo indicación contraria, hasta los tamaños máximos fabricados en España PG-48.

Se instalarán para la protección mecánica de cables eléctricos de instalaciones fijas o móviles en ambientes polvorientos, de gran humedad y con grandes concentraciones de gases.

Estas canalizaciones estarán constituidas por flejes de acero calidad SM según DIN. 1624 galvanizado por ambas caras, enrollado en hélice y engatillado, recubierto exteriormente de una funda de PVC flexible de primera calidad.

Deberán tener las siguientes propiedades mecánicas: gran flexibilidad, resistente al impacto y aplastamiento. Ligero. Estanco a los líquidos. Autoextinguible.

- Temperatura de trabajo $-100\text{ }^{\circ}\text{C} + 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Grado de protección: IP677 según UNE-20324.
- Color: gris.

Para la conexión de las canalizaciones se emplearán racores adecuados rosca PG.

Estas canalizaciones se emplearán siempre en conexiones a motores y máquinas con movimiento o vibraciones.

12.- CANALIZACIONES DE PLASTICO RIGIDO

Estarán constituidas por tuberías de P.V.C. rígido, contruidas con resinas termoplásticas de Policloruro de Vinilo, de gran resistencia a los agentes corrosivos, humedad, etc., totalmente inflamables y consecuentemente no propagadores de incendios.

Como característicos fundamentales deberán tener 2,25 mm. de pared mínima los

tubos de 11 mm. de diámetro y 3,90 los de 48 mm.

Podrán montarse a la vista (tanto en instalaciones de tipo interior como exterior), empotrados y subterráneos. Su curvado se logrará en frío, mediante la utilización de manipuladores curvadores, o previo calentamiento con lámpara eléctrica.

Se tendrá especial cuidado en no curvar estas canalizaciones con ángulo inferior a los 90 grados, permitiendo el fácil acceso posterior de los conductores.

La rigidez eléctrica del material será de 270 kV/cm.

13.- CANALIZACIONES DE PVC DURO COARRUGADO

Estas canalizaciones estarán constituidas por un material plástico de policloruro de vinilo, cuya pared corrugada se obtiene por un proceso especial complementario a la extrusión.

Su utilización será en canalizaciones eléctricas y telefónicas empotradas.

Dispondrá de una gran resistencia al aplastamiento según ASTM-D-2412/68 (tubo NW-100 deformación D/2) 850 Kg./m, 1, así como una buena flexibilidad axial.

Se tendrá especial cuidado en curvar estas canalizaciones con un ángulo inferior a los 90 grados, permitiendo el fácil acceso posterior de los conductores.

14.- CANALIZACIONES EN BANDEJA METÁLICA ABIERTA

Construidos con perfiles de acero laminado de primero calidad, laminado en frío de 1,5 mm. de espesor y galvanizado en caliente en banda, perforadas en su base en forma de ranuras. El acabado de las bandejas será zincado y cromado en gris mote.

Su fabricación normal será en tramos máximos de 2 metros, siendo la gama de anchuras comprendidas entre 50 y 600 mm., con dos alas iguales de dimensiones comprendidas entre 10 y 60 mm. En tramos entre apoyos de 1 metro, soportarán un peso máximo comprendido entre 10 y 250 kg según tamaños.

Las uniones entre tramos continuos y entre éstos y elementos en te, cruz, derivación, etc., se efectuará con tortillería cadmiada y pletinas de acero de iguales características constructivas, acabado y color igual al de las bandejas.

En determinados casos se podrá emplear una tapa, del mismo material que la bandeja perforada, de dimensiones máximas: longitud 2.000 mm. y dos alas iguales de dimensiones comprendidas entre 10 y 15 mm. según los casos.

Su montaje se realizará sobre techos y paredes, fijándose a los mismos, mediante palomillas o péndulos metálicos de 2 mm. de espesor mínimo, montados en tramos no superiores a 1 metro.

En su interior los conductores irán cableados y grapados con cintas flexibles tipo fleje.

A efecto de mediciones y de abono de su costo, los codos horizontales, cóncavos y convexos, tes y cruces de derivación, etc., se consideraran como tramos rectos de longitud igual a la media de los mismos.

15.- CANALIZACIONES EN BANDEJA METALICA CERRADA

Construidos con perfiles de acero laminado de primera calidad, laminado en frío de 1,5 mm. de espesor y galvanizado en caliente en banda. El acabado será a base de un zincado y cromado en gris mate.

Su fabricación normal será en tramos máximos de 2 metros, siendo la gama de anchuras comprendida entre 100 y 400 mm. con dos alas iguales de dimensiones comprendidas entre 75 y 100 mm.

La tapa correspondiente estora constituida por el mismo material que la bandeja, de las mismas dimensiones y con dos alas iguales de mínimo 25 mm.

En tramos entre apoyos de 1 metro, soportaran un peso máximo comprendido entre 67 y 360 kg según tamaños.

Las uniones entre tramos se efectuaron normalmente por soldadura. En algunos casos donde el montaje lo requiera, se practicarán uniones con tortillería cadmiada.

Su montaje se realizará sobre techos y paredes, fijándose a los mismos, mediante palomillas o péndulos metálicos de 2 mm de espesor mínimo, montados en tramos no superiores a 1 metro.

En su interior los conductores irán ordenados por líneas y grapados con presillas de plástico formando mazos.

16.- CANALIZACIONES EN BANDEJA DE PLASTICO RIGIDO

Serán de material P.V.C. rígido aislante de gran solidez, fácil manipulación y montaje: no propagadoras de la llama y autoextinguibles; resistentes a la acción de los agentes

químicos y atmósferas muy húmedas, corrosivas o salinas. Soportan una temperatura de servicio de $-20\text{ }^{\circ}\text{C} + 60\text{ }^{\circ}\text{C}$, con un coeficiente de dilatación máximo $0,05\text{ mm/ }^{\circ}\text{C/m}$, y un grado de protección contra daños mecánicos 9.

Su montaje se realizará sobre los techos y paredes, fijándose a los mismos mediante soportes horizontales o verticales montados en tramos no superiores a 1,5 m.

Las uniones entre tramos continuos y entre estos con elementos como esquinas, perfilaría, soportes, etc., se efectuará con tortillería y ángulos de P.V.C.. rígido de iguales características constructivas, acabado y color al de las bandejas.

En su interior los conductores irán cableados y grapados con bridas de poliamida aislante y autoextinguible.

A efecto de mediciones y de abono de su costo, los codos horizontales, cóncavos, tes y cruces de derivación, etc., se considerarán como tramos rectos de longitud igual a la media de los mismos.

17.- CAJAS DE REGISTRO

Serán de construcción metálica o de P.V.C. cuando se empleen en distribuciones vistas. Cuando se utilicen en distribución empotrada serán construcción de baquelita o P.V.C. con tapa blanca.

Todos las cajas se dimensionaran en función del número de tubos y cables que acometan, de forma que la inspección o manipulación en el interior de las mismas se efectúe con holgura y sin temor a perturbaciones en la conexión de los conductores.

Todas las conexiones en el interior de las cajas de registro, se realizaran con las adecuadas bornas de conexión, disponiendo además de bornes para toma de tierra.

En el interior de cada tapa de la caja de registro se indicara el número de circuito.

18.- CONDUCTORES

El tipo de aislamiento de estos es de 0,6/1Kv RZ1-K libre de halógenos, excepto las alimentaciones a equipos de elevación, sistema contra incendios y extracción de garaje que serán del tipo 0,6/1Kv, antifuego SZ1 “FIRS” según ICT BT-28.

Los conductores implementados en estas líneas, son de cobre, con aislamiento de 0,6/1KV RZ1-K libre de halógeno, a excepción de las alimentaciones a equipos de elevación (ascensor) y sistemas de seguridad, que son del tipo 0,6/1KV, antifuego SZ1 “FIRS” según ICT BT-28.

Las secciones de estas líneas se han dimensionado, de acuerdo con las potencias previstas y en función de la máxima densidad de corriente y máxima caída de tensión admisible.

La definición de estas líneas se ha hecho de acuerdo con el ICT BT 19 para el tipo de conductor y el ICT BT 20 para su sistema de instalación.

La sección mínima será de 2,5 mm² tanto para los circuitos de alumbrado como para los enchufes de fuerza usos varios, excepto conexiones internas en puntos de luz fluorescentes y similares, donde se podrán emplear cables con aislamiento plástico de sección mínima 1,5 mm². La cubierta del hilo neutro, de color distinto a las fases activas.

No habrá cambio de sección en los cables a todo lo largo de su recorrido entre equipos de protección y/o mecanismos o receptores, salvo que se indique lo contrario.

En los casos en los que por la intensidad del circuito se precisen utilizar secciones superiores a 95 mm². se recurrirá al empleo de cables unipolares, con aislamiento de Policloruro de Vinilo, polietileno reticulado, etc. para tensiones de servicio de 1.000 V. y una tensión de prueba de 4.000 V., con unas intensidades máximas admisibles según instrucción ITC-BT-19 del R.E.B.T.

Condiciones:

Radio de curvatura.

En el montaje de estos cables el radio mínimo de curvatura en los ángulos o cambio de sentido en su trazado, serán los requeridos por los fabricantes, y como mínimo equivaldrán a:

10 veces el diámetro exterior del cable en los unipolares.

5 veces el diámetro exterior, cuando éste sea menor a 2,5 mm. diámetro.

6 veces el diámetro exterior, cuando éste sea de 25 a 50 mm diámetro.

7 veces el diámetro exterior, cuando éste sea superior o 50 mm diámetro.

Las tres posiciones últimas se refieren a cables multipolares, y para los protegidos con armaduras magnéticas el radio mínimo de curvatura será diez veces el diámetro exterior del cable.

Montaje de conductores sobre bandejas Perforados.

En el trazado sobre bandejas metálicas adosadas mediante garras o bridas a las paredes o colgadas de techos, los cables se sujetaran a éstas por medio de grapas aislantes, atornilladas o abrazadas a la propia bandeja, separadas entre sí por una distancia igual

al diámetro de uno de ellos, como mínimo, con el fin de que el aire pueda circular libremente entre los cables.

Los cables irán para cada circuito, abrazados e identificados cada 3 m., y los circuitos perfectamente peinados en las bandejas a lo largo de todo el recorrido.

Montaje de conductores bajo tubo.

Se montarán de acuerdo a las Instrucciones ITC-BT-20 y ITC-BT-21 del R.E.B.T.

Montaje de conductores en fosos.

El montaje en los fosos con tapas visitables se hará sobre bastidores, soportes metálicos con garras fijadas a los lados o fondos de éstos.

Los cables sujetos a los bastidores soportes por medio de abrazaderas o grapas no magnéticas, deberán separarse entre sí como mínimo la distancia equivalente a 1,5 veces el diámetro de un cable.

La separación entre bastidores no deberá ser superior a 0,40 m. para conductores sin armar, y a 0,75 m. para conductores armados, en los tramos verticales, reduciéndose estas distancias a 0,3 m y 0,5 m. respectivamente, en los tramos horizontales.

Código de colores.

Los conductores para corriente alterna se identificarán interiormente para el siguiente código de colores:

- Fase, R	Marrón
- Fase, S	Negro
- Fase, T	Gris
- Neutro,	Azul ultramar.
- Tierra,	Amarillo con rayos transversales verdes.

Los conductores para corriente continua se identificarán según:

- Positivo	Rojo
- Negativo	Azul ultramar.

El color de la funda exterior será:

- Media Tensión	Rojo
- Baja Tensión	Negro
- Cables de seguridad intrínseca	Azul

Caída de tensión admisible.

Todos los cables se dimensionarán para limitar las caídas de tensión, o lo exigido en la instrucción MI-BT-017 del vigente R.E.B.T. en su apartado 2.1.2.

19.- CONDUCTORES PARA REDES DE DISTRIBUCION EN B.T.

Estarán constituidos por cable de aluminio o cobre de formación rígida, con una tensión de servicio de 1.000 V. y tensión de prueba de 4.000 V.

Dispondrán de dos capas de aislamiento, la primera directamente sobre el conductor, de Polietileno Reticulado, y sobre ésta una cubierta de Policloruro de Vinilo negro, especial para intemperie.

La cubierta exterior de curvatura grabará la marca, tipo de tensión de servicio, sección o identificación.

El radio mínimo de curvatura será 10 veces el diámetro del cable.

No habrá cambio de sección en los cables a todo lo largo de su recorrido, desde salida de C. de T. hasta el último receptor.

Hasta 50 mm² de sección se emplearán cables multipolares, y a partir de 70 mm² cables unipolares agrupados en termas.

20.- MECANISMOS

Los interruptores conmutadores, pulsadores, salidas de hilos para tomas telefónicas, enchufes, etc., a utilizar en el Proyecto, serán de dos tipos diferentes según se utilicen para montaje empotrado o saliente.

Para montaje empotrado se emplearán mecanismos en color a definir por la Dirección Facultativa alojados en cajas empotrables de baquelita. Se dispondrán en el conjunto, placas embellecedoras.

Cuando su empleo se destine al montaje saliente en exteriores, los mecanismos se alojarán en el interior de cajas de chapa de acero o P.V.C., provistos con protector de cierre por muelles.

En ambos casos los contactos serán de plata en versión recambiable, y las características eléctricas las indicadas en presupuesto.

Todos los mecanismos corresponderán a series de fabricación estandarizadas, y serán fabricados de acuerdo con las normas UNE, así como de la C.E.E.

21.- APARATOS DE ALUMBRADO

- Fluorescentes,

Todas las pantallas tendrán capacidad suficiente para alojar los equipos de encendido necesarios, Su construcción se realizará a base de chapas de acero laminadas en frío y acabadas en esmalte sintético de secado al horno, cumplirán la norma UNE sobre equipos y conexionado.

En su interior albergarán las lámparas fluorescentes así como sus correspondientes reactancias y elementos accesorios.

Se entenderá, siempre que se hable de pantallas fluorescentes, que las mismas se consideran totalmente cableadas y conexionadas.

- Apliques,

En su interior alojarán Lámparas incandescentes de las potencias indicadas en el proyecto y tensión 230 V. ó 12 V en cuyo caso irán acompañados del correspondiente transformador y protección del equipo.

22.- EQUIPOS FLUORESCENTES

Los tubos fluorescentes serán de la tonalidad especificado, con sistemas de arranque por cebador. Las reactancias serán adecuadas a los tubos, con el requisito de que sean precisamente recomendadas para ellos por el fabricante de los tubos, es decir, tendrá que elegirse primero el tubo y después poner las reactancias que recomiende el fabricante del mismo, de forma que éste pueda garantizar en todo momento que sus tubos producen en la instalación el flujo luminoso indicado.

Todos los tubos fluorescentes se montarán con equipos de alto factor de potencia (AF).

Los condensadores e utilizar no deberán, en caso de descomposición del mismo, efectuar ninguna gotera, prefiriéndose aquellos que tengan incorporado un fusible de protección.

Las reactancias estarán dimensionadas de acuerdo con las potencias de las lámparas; serán absolutamente silenciosas e incombustibles y su núcleo estará formado por chapas de acero de gran permeabilidad magnética, dispuestas de forma que el aislamiento entre ellas sea perfecto; las bobinas estarán devanadas con los mejores materiales y los aislamientos estarán formados por hilo de gran resistencia mecánica y térmica. El proceso de desecación e impregnación en dicha bobina será por los sistemas de alto vacío.

Se presentará certificado de pruebas de los diferentes equipos, así como datos técnicos de arranque, consumos, etc.

LUMINARIAS y PROYECTORES PARA LAMPARAS DE DESCARGA

Las luminarias y proyectores tendrán espacio disponible para ubicar el equipo de arranque y se suministrarán totalmente montadas en A.F., listas para funcionar.

Las lámparas a emplear serán de sodio, mercurio y de halogenuros metálicos según se indica en cada caso.

8.- RED DE TIERRAS

8.1.- GENERALIDADES

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos, Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto V_d generara una corriente I_d de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la V_d pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto U_L a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto I_{mc} . Los límites deberán ser inferiores a los básico que citan las normas VDE: $U_L < 65V$ e $I_{mc} < 50mA$, lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie $R_m = 65/0,05 = 1300\Omega$.

El R.E.B.T. toma como límite $U_L = 50V$, en vez de $65V$, por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a $I_{mc} = 50/1300 = 38,5mA$, valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo tensión de defecto V_d , de lugar a una corriente I_d suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación en un tiempo igual o inferior a 0,05 segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir a permanencia de una tensión de contacto U_L superior a 50 V en una pieza no activa, expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto I_D sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuaran por derivaciones desde esta.

La red de conductores a emplear será en cobre, por lo general aislada para tensión nominal de 450/750V con tensión de prueba de 2500V, como mínimo, color amarillo-verde.

El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañados en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las supuestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección utilizados a este fin.

8.2.- RED DE PUESTA INDEPENDIENTES

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamiento.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alijado en caja aislante de 5kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con centro de transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen.

8.2.1.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION ALTA TENSION

Enlazarán todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del centro de transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4mm, formando una red de 30x30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de diámetro fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adomado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10 Ω , estando separada del resto de puestas a tierra una

distancia mínima de 15 metros.

8.2.2- RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedaran enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ella, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrellas en B.T. de Transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan

Para la realización de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a 8Ω , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de 2Ω .

8.2.3- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

Enlazará entre si la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizara con conductores de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección, enterrado a una profundidad de 80cm por debajo de la primera solera (sobre le terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizara en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con diámetro de 1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalaran en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidara no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62x50 cm de planta y 25 cm de profundidad, Ira rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigo con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estar arquetas se instalara un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25x4 cm con

punto de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas y su ubicación, se realizara para conseguir que las líneas principales de enlace entre el punto de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

8.2.4- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCION BAJA TENSION

Enlazara entre si todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que , accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a traves de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del C.G.B.T.) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente punto de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de protección en Baja Tensión con la de estructura, se deberá enlazar esta red de protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas entre si las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción.
- Depósitos y calderas metálicas
- Guías metálicas de los aparatos elevadores
- Todas las masas metálicas significativas del edificio
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de comunicaciones
Previo puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previo puesta a tierra de los mismo

Esta red de puesta a tierra se realizara conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-TB-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los 2 Ω .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedaran reducidas a :

- Red de protección A.T.
- Red de protección de Servicio
- Red de protección B.T./Estructura

La unificación de la red de protección de BT con la de servicios, se realizara en función de la necesidad de mantener un régimen neutro en esquema TT o TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el C.G.B.T., uniendo entre si la pletina de neutros y la colectora de tierras de protección en B.T.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizaran las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos posibles.

8.2.5- ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio a los que se suministra energía eléctrica, será muy difícil que en la contracción práctica del CT los herrajes que forman parte de la red de protección en A.T. no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantiza el aislamiento adecuado con la red de estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionara por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2Ω , y además, estudiada la conveniencia de establecer un régimen de neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del C.G.B.T. también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2Ω , se deduce que, sea cual fuere la R_t del CT, su unificación con las restantes redes en los puntos de comprobación dacha como resultado una resistencia global de puesta a tierra igual o inferior a 2Ω . Esto quiere decir que para corrientes de defecto iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará los 1000 V, que es la condición para cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un centro de Transformación de tercera categoría ($I_{cc} < 16 \text{ kA}$) con acometida subterránea.

En el caso que nos ocupa de red de neutro aislado, la I_d al primer defecto es despreciable y el segundo defecto no se produce al rele de protección 67N se encargará de la desconexión.

Para más detalles sobre puestas a tierra y sus interconexiones, ver esquema:

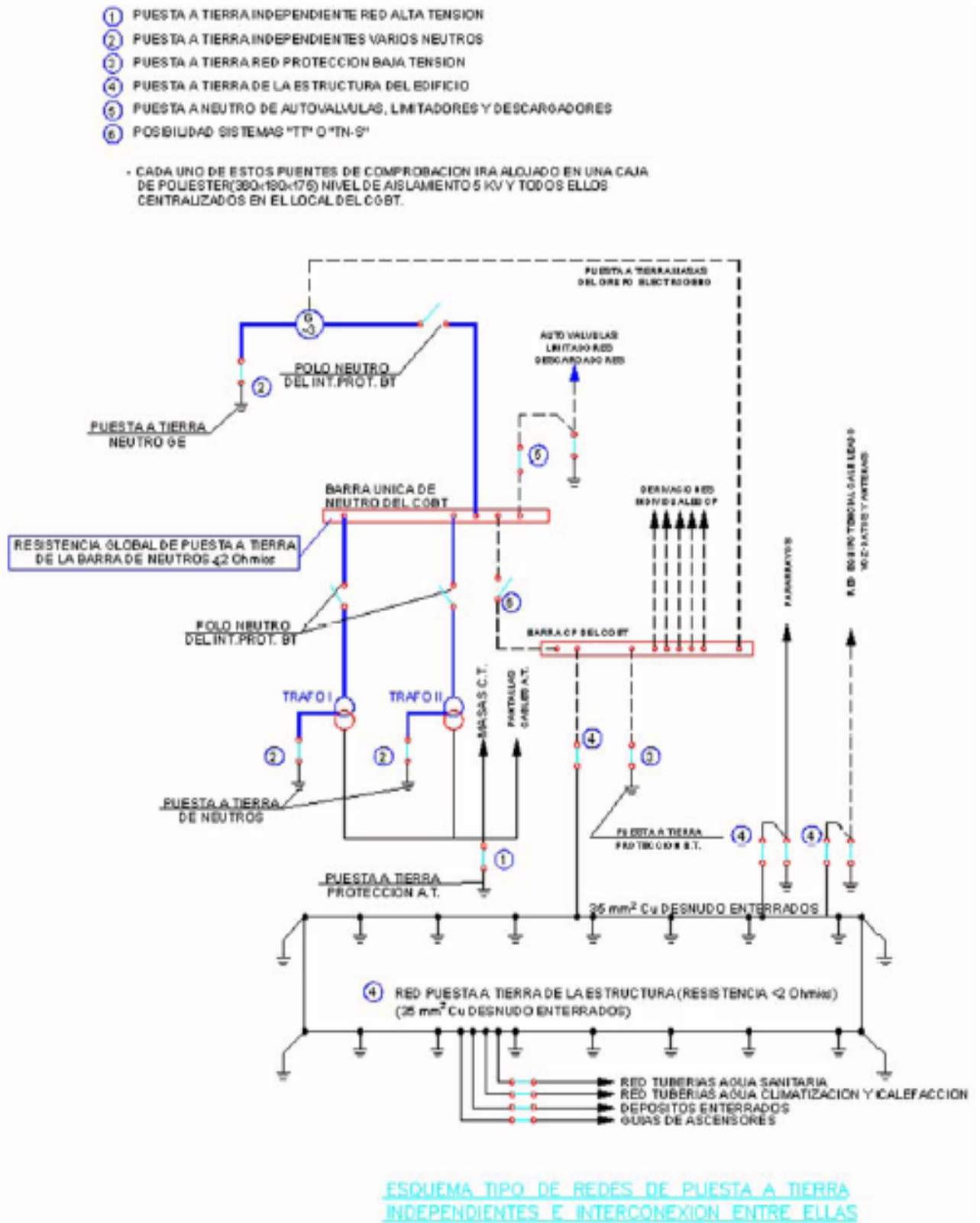


Fig. 4. Esquema tipo de redes de puesta a tierra independientes e interconexión entre ellas.

9.- PARARRAYOS

9.1.- GENERALIDADES

Esta instalación tiene como objetivo la protección del Centro Comercial y su contenido contra las descargas atmosféricas, evitando la generación de diferencias de potencial entre las partes metálicas del mismo y , consecuentemente, descargas peligrosas para persona y equipos.

El sistema a utilizar será el de pararrayos de puntas, tipo Franklin con dispositivo de anticipación de cebado. La normativa de aplicación para este tipo de instalación en su ejecución será:

- R.E.B.T.
- Norma: NTE-IPP
- Normas: UNE 21.186-1996 y NFC 17-10 aplicable a electrodos de puesta a tierra y radios de protección, incluido su ANEXO B referente a la protección de estructuras contra el rayo.
- Normas: UNE 21.308/89 sobre ensayos con impulsos, IEC-60-1, IEC-1083, CEI 1024 y UNE-21.185
- CTE

9.2.- COMPONENTES

Estará fabricada con material resistente a la corrosión, preferiblemente en acero inoxidable al Cr-Ni-Mo, o en cualquier combinación de dos de ellos. Será de punta única y dispondrá de doble sistema de cebado sin fuentes radiactivas.

La unión entre la cabeza captadora y el mástil de sujeción se realizara mediante una pieza adaptadora de latón 1 y 1/2" que servirá al propio tiempo de conexión del cable de puesta a tierra.

Para la determinación del volumen protegido, se tendrá en cuenta la información técnica del fabricante a fin de calcular el tipo de cabeza y altura del mástil necesaria.

9.2.1.- MASTIL

Será un tubo de acero galvanizado en caliente enlazable en tramos de 3 metros, siendo el más alto de 1 y 1/2" y los encales mediante tornillos con tuerca y arandelas planas de presión.

El sistema de anclaje podrá ser mediante soporte en U para recibir a muro, o en trípode con placa base para recibir en suelo. Siempre serán en hierro galvanizado en caliente y recibido con cemento. Cuando se realice mediante soportes en U, se utilizaran como mínimo dos y estarán separadas en vertical una distancia igual o superior a 70 cm.

Su situación será la más centrada posible en la cubierta del edificio, debiendo sobresalir, como mínimo, 3m por encima de cualquier elemento incluyendo las antenas.

9.2.3.- ELEMENTOS DE PUESTA A TIERRA

Lo constituyen el cable de enlace y los electrodos de puesta a tierra.

El cable a utilizar será en cobre desnudo de 70 mm² de sección, unido a la cabeza captadora mediante la pieza de adaptación y sus tornillos prisioneros. Se canalizara por el interior del mástil hasta su extremo inferior, siguiendo posteriormente un recorrido lo mas corto y rectilíneo del edificio, pero siempre lo mas alejado posible de partes metálicas y amarrado mediante grapa cilíndrica de latón de diámetro 24 mm compuesta por base con ranura de alojamiento del cable, tuerca de cierre M-2 y tirafondo m_6x30 con taco de plástico.

En su trazado las curvas no deben tener un radio inferior a 20 cm y aberturas superiores a 60°.

Cuando la bajada se haga por fachada, el último tramo vertical y en zonas accesibles al público, el cable se protegerá canalizándolo en tu tubo de acero galvanizado de diámetro 60 mm y 3 metros de longitud.

Las tomas de tierra se realizaran conforme a la instrucción ITC-BT-18 del R.E.B.T. y la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado tiene que ser igual o inferior a 8 Ω.

Cuando el edificio disponga de red de tierras para la estructura, además de la puesta a tierra independiente de que el pararrayos ha de deponer, esta se enlazara con la de estructura mediante un puente de comprobación situado en la arqueta de puesta a tierra del pararrayos.

En el caso de necesitarse además del Nivel I, medidas especiales complementarias para garantizar la protección contra el rayo, se dotara al edificio de una protección externa según VDEO 185 que constara de:

1. **Instalación Captadora:** tiene la misión de recibir el impacto de la descarga eléctrica de origen atmosférico, Irá instalada encima del la cubierta siguiendo las aristas de la misma y formando una retícula de malla no superior a 10x10 m que cubrirá toda la superficie. Esta malla estará realizada con varilla de cobre de 8 mm de diámetro, fijada al edificio mediante soportes conductores roscados provistos de abrazadera para la varilla, siendo la distancia entre soportes igual o inferior a 1 metro.
2. **Derivador:** Es la conexión eléctrica conductora entre la instalación captadora y la puesta de tierra. El número de derivadotes a tierra será como mínimo la longitud del perímetro exterior de la cubierta en su proyección sobre el plano, dividido entre 15. Es decir, una cada 15 metros del perímetro exterior proyectado sobre la cubierta sobre el plano. Estará realizado del mismo modo que la instalación captadora, utilizando varillas de cobre de 8 mm y soportes conductores roscados provistos de abrazadera, siendo la distancia entre ellos igual o inferior a 1 metro.
3. **Electrodo de puesta a tierra:** su función es disipar la descarga eléctrica en tierra. Generalmente este electrodo estará compuesto de un cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado fuera de la cimentación, recorriendo todo el perímetro de la fachada del edificio, y al que se conectaran todos los

derivadotes utilizando para ello soldaduras aluminotérmicas. El electrodo de puesta a tierra ira enterrado a una profundidad de 0,8 metros, como mínimo, del suelo terminado, conectado a la red de puesta a tierra de la estructura en los mismos y cada uno de los puntos en donde el electrodo de puesta a tierra se une a los derivadotes.

En función de la altura del edificio, la instalación captadora podrá ir dotada de puntas de captación.

12.- BATERIA DE CONDENSADORES

Para compensación del factor de potencia de la instalación de B.T. se ha previsto la implantación de una Batería automática de Condensadores de 50 KVAR a 400 V conectada al C.G.B.T. a través de transformadores de intensidad y protegida con interruptor magnético, con acometida trifásica y conductor de toma de tierra, según la tabla de cálculo.

Estas baterías serán de varios escalones que permitan la selección de potencia, según las características de la red en cada caso.

Los condensadores dispondrán de contactores para permitir las descargas capacitivas y tendrán protección contra Armónicos.

Se ha presupuestado una Batería de 500 Kva. Por estimación directa, por que la potencia definitiva deberá definirse cuando la instalación este en marcha y se puedan medir los parámetro reales a compensar.

ESTUDIO BASICO DE **SEGURIDAD Y SALUD**

INDICE

1.- OBJETO.

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.

- 2.1.-Descripción de la obra y situación.
- 2.2.-Suministro de energía eléctrica.
- 2.3.-Suministro de agua potable.
- 2.4.-Servicios higiénicos.
- 2.5.- Servidumbre y condicionantes.
- 2.6.- Vías y salidas de emergencia.
- 2.7.- Detección y lucha contra incendios.
- 2.8.- Ventilación.

3.- RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

4. IDENTIFICACION DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORABLES INEVITABLES MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.

- 4.1.- Identificación de los riesgos
- 4.2.- Medidas preventivas a adoptar.
 - 4.2.1.- Sistemas de protección colectiva y condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo
 - 4.2.1.1. Banqueta y/o alfombra aislante
 - 4.2.1.2. Verificadores de ausencia de tensión
 - 4.2.1.3. Pértigas aislantes de maniobra
 - 4.2.1.4. Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito
 - 4.2.1.5. Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo
 - 4.2.1.6. La zona de acopio, criterios generales
 - 4.2.1.7. Acopios de materiales paletizados
 - 4.2.1.8. Acopios de materiales sueltos
 - 4.2.1.9. Normas de carácter general
 - 4.2.1.10 Intervención en instalaciones eléctricas
 - 4.2.1.11. Manipulación de sustancias químicas
 - 4.2.1.12. Manejo de herramientas manuales
 - 4.2.1.13. Manejo de herramientas punzantes
 - 4.2.1.14. Manejo de herramientas de percusión
 - 4.2.1.15. Manejo de cargas sin medios mecánicos
 - 4.2.1.16. Maquinas eléctricas portátiles
 - 4.2.2.- Equipos de protección individual.

5.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

1.- OBJETO.

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud. Los supuestos previstos son los siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al no darse algunos de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

2.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA.

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

2.1.-Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en el documento de Memoria del presente proyecto.

2.2.-Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

2.3.-Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc....En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

2.4.-Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

2.5.- Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos, puesto que si la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación debería ser objeto de un contrato expreso.

2.6.- Vías y salidas de emergencia.

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo mas directamente posible en una zona de seguridad.

2.7.- Detección y lucha contra incendios.

Durante la ejecución de los trabajos, los dispositivos de lucha contra incendios y sistema de alarma existentes estarán en perfecto estado de funcionamiento.

Asimismo, existirá en obra extintores de CO₂ o de polvo en lugares accesibles y conocidos por las personas que trabajen en ella.

2.8.- Ventilación.

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas que realizaran los trabajadores, estos dispondrán de aire limpio en cantidad suficiente.

En la obra que nos ocupa, existirá una ventilación más que suficiente debido al tamaño y amplitud de los locales donde se realizaran las obras.

3.- RIESGOS LABORALES EVITABLES COMPLETAMENTE.

La siguiente relación de riesgos laborales que se presentan, son considerados totalmente evitables mediante la adopción de las medidas técnicas que precisen:

- Derivados de la rotura de instalaciones existentes: Neutralización de las instalaciones existentes.
- Presencia de líneas eléctricas de alta tensión aéreas o subterráneas: Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables.

4. IDENTIFICACION DE LOS DISTINTOS RIESGOS LABORALES INEVITABLES MÁS FRECUENTES Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.

4.1.- Identificación de los riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

- Caída ó colapso de andamios y escaleras.
- Contaminación acústica.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Quemaduras por partículas incandescentes.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cortes o pinchazos con herramientas y guías
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Incendio.
- Explosión.
- Atrapamientos contra objetos, elementos auxiliares o la propia carga.
- Precipitación de la carga.
- Proyección de partículas.
- Caídas de objetos.
- Contacto eléctrico.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras o ruidos de la maquinaria.
- Choques o golpes.
- Viento excesivo.

4.2.- Medidas preventivas a adoptar.

4.2.1.- Sistemas de protección colectiva y condiciones preventivas que debe reunir el centro de trabajo

- Trayectoria de la carga señalizada y libre de obstáculos.
- Correcta disposición de los apoyos de la grúa.
- Revisión de los elementos elevadores de cargas y de sus sistemas de seguridad.
- Correcta distribución de cargas.
- Prohibición de circulación bajo cargas en suspensión.
- Trabajo dentro de los límites máximos de los elementos elevadores.
- Apantallamiento de líneas eléctricas de A.T.
- Operaciones dirigidas por el jefe de equipo.
- Flecha recogida en posición de marcha.

4.2.1.1. Banqueta y/o alfombra aislante

Superficie de trabajo aislante para la realización de trabajos puntuales de trabajos en las inmediaciones de zonas en tensión.
Antes de su utilización, es necesario asegurarse de su estado de utilización y vigencia de homologación.

La banquetta deberá estar asentada sobre superficie despejada, limpia y sin restos de materiales conductores. La plataforma de la banquetta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puesta a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la superficie aislante y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En determinadas circunstancias en las que existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo de la banquetta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra eléctrica, no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

4.2.1.2. Verificadores de ausencia de tensión

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propias de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de éstos aparatos es obligatorio el uso de los guantes aislantes. El empleo de la banquetta o alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

4.2.1.3. Pértigas aislantes de maniobra

Estas pértigas deben tener un aislamiento apropiado a la tensión de servicio de la instalación en la que van a ser utilizadas.

Cada vez que se emplee una pértiga debe verificarse que no haya ningún defecto en su aspecto exterior y que no esté húmeda ni sucia. Si la pértiga lleva un aislador, debe comprobarse que esté limpio y sin fisuras o grietas.

4.2.1.4. Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito

La puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que debe efectuarse el trabajo, debe realizarse mediante un dispositivo especial, y las operaciones deben realizarse en el orden siguiente:

Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado.

4.2.1.5. Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo

Bien sea en la tierra existente entre las masas de las instalaciones y/o soportes.

Sea en una pica metálica hundida en el suelo en terreno muy conductor o acondicionado al efecto (drenaje, agua, sal común, etc.).

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si éste está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano. En B.T., las pinzas podrán colocarse a mano, a condición de utilizar guantes dieléctricos, debiendo además el operador mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para retirar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en orden inverso.

4.2.1.6. La zona de acopio, criterios generales

- No efectuar sobrecargas sobre la estructura de los forjados. Acopiar en el contorno de los capiteles de pilares.
- Dejar libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.
- Comprobar periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas puestas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.
- El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.
- Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel las bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.
- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable al operario de una provisión de herramientas dieléctricas homologadas.

- Se dispondrá de un extintor de 3.5 Kg. de CO2 junto a la zona de acopio y trabajos en tensión.
- Condiciones generales de la obra durante los trabajos:
- En invierno establecer un sistema de iluminación provisional de las zonas de paso y trabajo.
- Los elementos estructurales inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.
- Siempre que existan interferencias entre los trabajos y las zonas de circulación de peatones, máquinas o vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- Todo el material, así como las herramientas que se tengan que utilizar, se encontrarán perfectamente almacenadas en lugares preestablecidos y confinadas en zonas destinadas para ese fin, bajo el control de persona/s responsable/s.
- Se comprobará que están bien colocadas, y sólidamente afianzadas todas las protecciones colectivas contra caídas de altura que puedan afectar al tajo: barandillas, redes, mallazo de retención, ménsulas y toldos.

4.2.1.7. Acopios de materiales paletizados

Los materiales paletizados permiten mecanizar las manipulaciones cargas, siendo en sí una medida de seguridad para reducir los sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos pero también incorporan riesgos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe:

- Acopiar los palets sobre superficies niveladas y resistentes.
- No se afectarán los lugares de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalizar mediante cintas de señalización (amarillas y negras).
- La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.
- No acopiar en una misma pila palets con diferentes geometrías y contenidos.
- Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

4.2.1.8. Acopios de materiales sueltos

- El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.
- Los tubos se dispondrán horizontalmente, sobre estanterías, clasificados por tamaños y secciones.
- No se afectarán los lugares de paso.
- En proximidad a lugares de paso se deben señalizar mediante cintas de señalización (amarillas y negras).

4.2.1.9. Normas de carácter general

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas.

Las herramientas y máquinas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

Los elementos de protección colectiva permanecerán en todo momento instalados y en perfecto estado de mantenimiento. En caso de rotura o deterioro se deberán reponer con la mayor diligencia.

La señalización será revisada a diario de forma que en todo momento permanezca actualizada a las condiciones reales de trabajo.

Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:

- Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
- Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere.
- Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

4.2.1.10 Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas

realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

1. El circuito se abrirá con corte visible.
2. Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
3. Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO".
4. Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión ó medidor de tensión.
5. Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen la el riesgo.

Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislante (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

4.2.1.11. Manipulación de sustancias químicas

- En los trabajos eléctricos que se utilicen sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud. Encontrándose presentes en productos tales, como desengrasantes, disolventes, ácidos, pegamento y pinturas; de uso corriente en estas actividades.
- Estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, quemaduras químicas, narcosis, etc.
- Cuando se utilicen se deberán tomar las siguientes medidas:
- Los recipientes que contengan estas sustancias estarán etiquetados indicando, el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación (según la legislación vigente).
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas ó pantalla facial, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.

- En el caso de tenerse que utilizar en lugares cerrados ó mal ventilados se utilizarán mascarillas con filtro químico adecuado a las sustancias manipuladas.
- Al hacer disoluciones con agua, se verterá el producto químico sobre el agua con objeto de que las salpicaduras estén más rebajadas.
- No se mezclarán productos de distinta naturaleza.

4.2.1.12. Manejo de herramientas manuales

En el manejo de las herramientas manuales, se ha de evitar:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "in situ" con material y procedimientos inadecuados.
- Utilización inadecuada como herramienta de golpeo sin serlo.
- Utilización de llaves, limas o destornilladores como palanca.
- Prolongar los brazos de palanca con tubos.
- Destornillador o llave inadecuada a la cabeza o tuerca. a sujetar.
- Utilización de limas sin mango.

Medidas de prevención:

- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, sino en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza en la que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave, sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Medidas de protección:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas antimpactos.

4.2.1.13. Manejo de herramientas punzantes

En el manejo de las herramientas manuales, se ha de evitar:

- Cabezas de cinceles y punteros floreados con rebabas.
- Inadecuada fijación al astil o mango de la herramienta.
- Material de calidad deficiente.
- Uso prolongado sin adecuado mantenimiento.
- Maltrato de la herramienta.
- Utilización inadecuada por negligencia o comodidad.
- Desconocimiento o imprudencia de operario.

Medidas de prevención:

- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- Para un buen funcionamiento, deberán estar bien afiladas y sin rebabas.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc. nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas. Deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.
- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc. hacia los lados para así agrandar un agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperatura con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

Medidas de protección:

- Deben emplearse gafas antipactos de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma nos" o similar).

4.2.1.14. Manejo de herramientas de percusión

En el manejo de las herramientas manuales, se ha de evitar:

- Mangos inseguros, rajados o ásperos.
- Rebabas en aristas de cabeza.

- Uso inadecuado de la herramienta.

Medidas de prevención:

- Rechazar toda maceta con el mango defectuoso.
- No tratar de arreglar un mango rajado.
- La maceta se usará exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

Medidas de protección:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.

4.2.1.15. Manejo de cargas sin medios mecánicos

Para el izado manual de cargas es obligatorio seguir los siguientes pasos:

- Acercarse lo más posible a la carga.
- Asentar los pies firmemente.
- Agacharse doblando las rodillas.
- Mantener la espalda derecha.
- Agarrar el objeto firmemente.
- El esfuerzo de levantar lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo.

Para el manejo de piezas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Para descargar materiales es obligatorio tomar las siguientes precauciones:

- Empezar por la carga o material que aparece más superficialmente, es decir el primero y más accesible.
- Entregar el material, no tirarlo.
- Colocar el material ordenado y en caso de apilado estratificado, que este se realice en pilas estables, lejos de pasillos o lugares donde pueda recibir golpes o desmoronarse.
- Utilizar guantes de trabajo y botas de seguridad con puntera metálica y plantilla metálicas.
- En el manejo de cargas largas entre dos o más personas, la carga puede mantenerse en la mano, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, o bien sobre el hombro.
- Se utilizarán las herramientas y medios auxiliares adecuados para el transporte de cada tipo de material.
- En las operaciones de carga y descarga, se prohíbe colocarse entre la parte posterior de un camión y una plataforma, poste, pilar o estructura vertical fija.
- Si en la descarga se utilizan herramientas como brazos de palanca, uñas, patas de cabra o similar, ponerse de tal forma que no se venga carga encima y que no se resbale.

4.2.1.16. Maquinas eléctricas portátiles

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las maquinas eléctricas portátiles son las siguientes:

1. Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.
2. Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
3. Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.
4. Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.
5. Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v como máximo ó mediante transformadores separadores de circuitos.
6. El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Taladro:

- Utilizar gafas antipacto ó pantalla facial.

- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.
- En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la maquina.

Esmeriladora circular:

El operario se equipará con gafas antipacto, protección auditiva y guantes de seguridad.

Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.

Se comprobará que la protección del disco esta sólidamente fijada, desechándose cualquier maquina que carezca de él.

Comprobar que la velocidad de trabajo de la maquina no supera, la velocidad máxima de trabajo del disco. Habitualmente viene expresado en m/s ó r.p.m. para su conversión se aplicará la formula:

$$m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times \varnothing) / 60$$

Siendo \varnothing diámetro del disco en metros.

Se fijarán los discos utilizando la llave específica para tal uso. Se comprobará que el disco gira en el sentido correcto. Si se trabaja en proximidad a otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas ó lonas que impidan la proyección de partículas. No se soltará la maquina mientras siga en movimiento el disco. En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.

4.2.2.- Equipos de protección individual.

Se ajustarán a lo preceptuado por:

R.D. 1407/92 de 20/11/92, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (EPIs)

R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual:

- Casco homologado y/o certificado clase E/AT con barbuquejo.
- Pantalla facial de policarbonato con atalaje de material aislante.
- Protectores auditivos apropiados.
- Pantalla facial con visor de rejilla metálica abatible sobre atalaje sujeto al casco de seguridad.
- Gafas antipacto con ocular filtrante de color verde DIN-2, óptimamente neutro, en previsión de cebado del arco eléctrico.
- Gafas de seguridad con montura tipo universal.
- Gafas tipo cazoleta, de tipo totalmente estanco, para trabajar con esmeriladora portátil radial.
- Guantes "tipo americano", de piel flor y lona, de uso general.
- Guantes de precisión (taponero) con manguitos largos, en piel curtida al cromo.
- Guantes dieléctricos homologados y o certificados (1000 V).
- Botas de seguridad dieléctrica, con refuerzo en puntera
- Botas de seguridad sin refuerzos para trabajos en tensión.
- Cinturón de seguridad anticaídas con arnés y dispositivo de anclaje y retención.
- Ropa de trabajo cubriendo la totalidad de cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes:

Será de tejido ligero y flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos. Se eliminará en todo lo posible, los elementos adicionales como cordones, botones, partes vueltas hacia arriba, a fin de evitar que se acumule la suciedad y el peligro de enganches. Dado que los electricistas están sujetos al riesgo de contacto eléctrico su ropa de trabajo no debe tener ningún elemento metálico, ni utilizará anillos, relojes o pulseras.

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras:

- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas no incandescentes, se establecerá la obligatoriedad de uso de gafas de seguridad, con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado o rejilla metálica. En los casos precisos, estos cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos y homologados según norma MT o reconocida en la CEE.
- En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizaran las gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.
- En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color DIN-2 ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa

mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

- En todos aquellos trabajos que se desarrollen en entornos con niveles de ruidos superiores a los permitidos en la normativa vigente, se deberán utilizar protectores auditivos homologados y o certificados por normas CE.
- La totalidad del personal que desarrolle trabajos en el interior de la obra, utilizará cascos protectores que cumplan las especificaciones indicadas en Normas CE.
- Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que se desarrollen en ambientes de humos de soldadura, se facilitará a los operarios mascarillas respiratorias buconasales con filtro mecánico y de carbono activo contra humos metálicos.
- El personal utilizará durante el desarrollo de su trabajo, guantes de protección adecuados a las operaciones que realicen.
- A los operarios sometidos al riesgo de electrocución y como medida preventiva frente al riesgo de golpes extremidades inferiores, se dotará al personal de adecuadas botas de seguridad dieléctricas con puntera reforzada de "Akulón", sin herrajes metálicos.
- Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado aun punto fijo, en aquellas operaciones en las que por el proceso productivo no puedan ser protegidos mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

5.- NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (O.M. 28-08-70, O.M. 28-07-77, O.M. 4-07-83, en los títulos no derogados).

PRESUPUESTO

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio unitario	Precio total
BT1		INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION	1	292.406,44	292.406,44
C01BT		LINEAS GENERALES	1	13.680,00	13.680,00
	MI	BANDEJA METALICA 600x100 C/TAPA	100	15,69	1.569,00
	MI	LIN.AL.Cu RV 0,6/1KV 5x240+T mm2	300	40,37	12.111,00
C02BT		CUADRO GENERAL BAJA TENSION	1	38.174,82	38.174,82
	Ud	CUADRO GENERAL BAJA TENSION	1	38.174,82	38.174,82
C03BT		BATERIA DE CONDENSADORES	1	2.256,72	2.256,72
	Ud	CONDENSADOR FIJO 50 KVAR 400V	2	185,18	370,36
	Ud	BATERIA CONDENSADORES 500 KVAR	1	1.886,36	1.886,36
		CUADROS SECUNDARIOS	1	18.508,49	18.508,49
	Ud	CUADRO SALA VENTAS 1	1	3.090,16	3.090,16
	Ud	CUADRO SALA VENTAS 2	1	1.200,94	1.200,94
	Ud	CUADRO SEC.PANADERIA-PESCADERIA	1	1.810,23	1.810,23
	Ud	CUADRO SEC.LABORATORIOS-SALA VENTAS (SAI)	1	1.278,97	1.278,97
	Ud	CUADRO SEC.HORNOS	1	1.851,07	1.851,07
	Ud	CUADRO SEC. CARNICERIA	1	538,17	538,17
	Ud	CUADRO SEC.ALUMB/FUERZA RESERVA BAZAR-ELECTRO-TEXTIL	1	1.553,10	1.553,10
	Ud	CUADRO SEC.ALUMB/FUERZA RESERVA ALIMENTACION	1	1.672,29	1.672,29
	Ud	CUADRO GENERAL SAI Y SAI OFICINAS	1	779,88	779,88
	Ud	CUADRO SEC. CAJAS SAI	1	830,11	830,11
	Ud	CUADRO SEC CAJA CENTRAL RED	1	984,09	984,09
	Ud	CUADRO SALA SIM Y ARAMRIOS INFORMATICOS	1	1.733,79	1.733,79
	Ud	CUADRO OFICINAS	1	985,13	985,13
	Ud	CUADRO LOCALES TECNICOS	1	200,56	200,56
C05BT		LINEAS DE ALIMENTACION	1	116.741,65	116.741,65
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 2x1,5+T	450	1,04	468
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 2x2,5+T	4.090,00	1,15	4.703,50
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 2x4+T	155	1,35	209,25
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 2x6+T	25	1,56	39
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x2,5+T	17.645,00	1,47	25.938,15
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x4+T	6.930,00	1,83	12.681,90
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x6+T	990	2,23	2.207,70
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x10+T	590	2,77	1.634,30
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x16+T	260	3,5	910
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x25+T	80	4,98	398,4
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x35+T	720	7,47	5.378,40
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x50+T	160	10,22	1.635,20
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x70+T	140	13,64	1.909,60
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x95+T	260	17,03	4.427,80
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x150+T	180	25,92	4.665,60
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX RZ1-K 4x185+T	1.095,00	30,94	33.879,30
	MI	LÍNEA ALIMENTACIÓN Cu. AFUMEX FIRS 4x2,5+T	450	2,91	1.309,50
	MI	BANDEJA LISA PVC 600x60 mm. TABICADA C/TAPA	355,72	13,67	4.862,69

MI	BANDEJA LISA PVC 500x60 mm. TABICADA C/TAPA	203,65	12,3	2.504,90
MI	BANDEJA LISA PVC 400x60 mm. TABICADA C/TAPA	371,26	10,59	3.931,64
MI	BANDEJA LISA PVC 300x60 mm. TABICADA C/TAPA	244,3	9,01	2.201,14
MI	BANDEJA LISA PVC 200x60 mm. TABICADA C/TAPA	108,98	7,76	845,68
C06BT	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	1	18.140,71	18.140,71
Ud	PUNTO LUZ SENCILLO	24	12,87	308,88
Ud	PUNTO LUZ SENCILLO ESTANCO	49	18,32	897,68
Ud	PUNTO LUZ CONMUTADO	14	19,11	267,54
Ud	PUNTO LUZ CONMUTADO ESTANCO	10	25,75	257,5
Ud	BASE DE ENCHUFE 2P+TT 16A -	222	16,45	3.651,90
Ud	BASE DE ENCHUFE 2P+TT 16A ESTANCA -	103	22,29	2.295,87
Ud	BASE ENCHUFE ESTANCO 16A 4P+T	38	29,72	1.129,36
Ud	BASE ENCHUFE ESTANCO 40A 40+T	10	32,11	321,1
Ud	TOMA ALIMENTACION DIRECTA A MAQUINA O EQUIPO	22	33,69	741,18
Ud	TOMA ALIMENTACIÓN SECAMANOS	13	22,29	289,77
Ud	DETECTOR VOLUMÉTRICO	30	47,6	1.428,00
Ud	PUNTO DE ALARMA	31	16,84	522,04
Ud	PULSADOR ESTANCO	16	18,32	293,12
Ud	PUNTO LUZ INTERRUPTOR DE CRUCE ESTANCO	1	25,75	25,75
Ud	CUADRO DE ENCENDIDOS	15	31,71	475,65
Ud	EQUIPO ENCENDIDO ALUM. CAMARAS	12	35,68	428,16
Ud	PUNTO ALIMENTACION BASCULA.	25	22,29	557,25
Ud	PUNTO ALIMENTACION MOSQUITERO.	26	16,84	437,84
Ud	PUNTO ALIMENTACION CUENTA-TURNO	4	24,28	97,12
Ud	PUNTO ALIMENTACION ILUMINACION GONDOLA	140	16,84	2.357,60
Ud	PUNTO ALIMENTACION A ESPEJO	18	24,28	437,04
Ud	PUNTO ALIMENTACION	7	24,28	169,96
Ud	CONEXION EQUIPOTENCIAL	5	47,51	237,55
Ud	LINEA ALIMENTACION TECLADO SEGURIDAD	1	33,69	33,69
Ud	TOMA ALIM. CARTEL RETROILUMINADO	10	29,72	297,2
Ud	ALUMBRADO HUECO ASCENSOR	1	181,96	181,96
C07BT	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN	1	51.323,78	51.323,78
Ud	DOWNLIGHT EMPOTRABLE PHILIPS FBS170 2xPL-L 55 w HF P	89	40,85	3.635,65
Ud	LUMINARIA TMX400 2x58 w PHILIPS	1.308,00	6,77	8.855,16
Ud	LUMINARIA ESTANCA 100 w	30	44,02	1.320,60
Ud	LUMINARIA INDUSTRIAL	16	126,54	2.024,64
Ud	LUM. FLUORESCENTE ESTANCA 2x58w	256	24,67	6.315,52
Ud	LUM. ESTANCA BAJA TEMPERATURA 2x36w	40	57,53	2.301,20
Ud	APAR. AUT. EMERGENCIA 300 LUM.	7	27,06	189,42
Ud	APAR.AUT. EMERGENCIA 150 LUM	156	25,47	3.973,32
Ud	APAR. EST. EMERGENCIA 150 LUM	75	28,25	2.118,75
Ud	APAR. EST. EMERGENCIA 300 LUM.	18	29,84	537,12
Ud	PROYECTOR PHILIPS 60800-2/36/SDW-T 100w	335	3,32	1.112,20
Ud	PROYECTOR PHILIPS 60800-2/12/SDM-T 100w	14	3,32	46,48
Ud	PROYECTOR PHILIPS 60803-2/36/CDM-T 70w/83	168	3,32	557,76
Ud	PROYECTOR PHILIPS 60804-2/12/CDM-T 150w/83	32	3,32	106,24
Ud	PROYECTOR PHILIPS 60803-2/36/CDM-T 70w/942	37	3,32	122,84
Ud	ALETAS CORTAFLUJO	32	1,71	54,72
Ud	PROYECTOR PERECEDEROS	47	3,32	156,04
Ud	LUMINARIA SOBRE LINEA DE CAJAS	28	35,68	999,04

Ud	LUMINARIA SUSPENDIDA 35w	10	17,52	175,2
Ud	LUMINARIA PHILIPS SBN 210/50w	36	46,13	1.660,68
Ud	OCULO EMP. IGUZZINI OPTICA 8342.39 TC-DEL 2x26w	28	44,02	1.232,56
Ud	OCULO EMP. HALOGENO IGUZZINI FRAME 8857.15 50w	18	32,22	579,96
Ud	OCULO SBN 210/50w 36°	6	38,18	229,08
MI	CARRIL ELECTRIFICADO TRES ENCENDIDOS	150	4,29	643,5
MI	CARRIL ESPACIOLITA 48103-481004	485	5,84	2.832,40
MI	CARRIL LUMINARIA TTX-400	2.130,00	4,29	9.137,70
Ud	ROTULO LUMINOSO	20	20,3	406
C16BT	SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	1	33.580,27	33.580,27
Ud	G. E. ELECTRA MOLINS 720 KVA	1	26.636,21	26.636,21
Ud	SISTEM ALIMENTACION ININTERRUMPIDA MGS 40KVA	2	3.472,03	6.944,06
MT1	INSTALACION ELECTRICA DE MEDIA TENSION	1	62403,00	62403,00
D01MT	4.1 OBRA CIVIL		3228,90	3228,9
	Ud. Juego de dos carriles para soporte de transformador, instalados.	115,7	2	231,4
Ud	Ud. Cierre metálico en malla de acero para la protección contra contactos en el transformador, instalado.	326	2	652
Ud	Ud. Puerta de acceso peatones al centro de transformación de tipo normalizado, instalada.	635,5	1	635,5
Ud	Ud. Puerta para acceso de transformadores, modelo normalizado según proyecto, instalada.	255	2	510
Ud	Ud. canalización mediante foso de los cables de A.T. de acometida al centro, así como de los cables de interconexión entre celdas de protección y transformador, materiales y mano de obra incluidos.	1200	1	1200
D02MT	4.2 APARAMENTA DE ALTA TENSION		19240	19240
Ud	Ud. Cabina de interruptor de línea Merlin Gerin gama SM6, modelo IM, referencia SIM16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, seccionador de puesta a tierra, juego de barras tripolar e indicadores testigo presencia de tensión			
Ud	instalados.	1150	2	2300
Ud	Ud. Cabina de interruptor remonte de línea Merlin Gerin gama SM6, modelo IMR, referencia SIMR16, con interruptor-seccionador en SF6 de 400A con mando CIT manual, juego de barras tripolar y embarrado de puesta a tierra.	970	1	970
Ud	Ud. Cabina de paso de barras Merlin Gerin gama SM6, modelo GIM, referencia SGIM16, con barras tripolares para separación entre la zona de compañía y la zona de Abonado.	530	1	530
Ud	Ud. Cabina disyuntor Merlin Gerin gama SM6, modelo DM1D, referencia SDM1DX16, con seccionador en SF6 con mando CS1, disyuntor tipo SFSET 400A en SF6 con mando RI manual, con bobina de apertura Mitop, captadores de intensidad, relé VIP 300P para			
Ud	protección indir. y enclavamientos instalados.	5600	1	5600
Ud	Ud. Cabina de medida Merlin Gerin gama SM6, modelo GBCA, referencia SGBCA3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, según características detalladas en memoria, instalados.	5100	1	5100
Ud				

	Ud.	Ud. Cabina ruptofusible Merlin Gerin gama SM6, modelo QM, referencia SQM16, con interruptor-seccionador en SF6 con mando CII manual, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t., indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados.	2370	2	4740
D03MT		4.3 TRANSFORMADORES	33870		33870
	Ud.	Ud. Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, de Alkargo (según Norma UNE 21538). Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas. Potencia nominal: 1000 kVA. Relación: 15/0.42 KV. Tensión secundaria		2	
	Ud.	vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 6%. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Tipo: TSE 1000/17,5.	15980		31960
	Ud.	Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.	955	2	1910
D04MT		4.4 EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	3300		3300
	Ud.	Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 4x240mm2 para las fases y de 4x240mm2 para el neutro y demás características según memoria.	825	2	1650
	Ud.	Ud. Equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital T154 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades, instalados.	450	2	900
	Ud.	Ud. Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	750	1	750
D05MT		4.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	1839		1839
	Ud.	Ud. de tierras exteriores código 5/32 Unesa, incluyendo 3 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	613	2	1226
	Ud.	Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm2 de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	613	1	613
D06MT		4.6 VARIOS	925,1		925,1
	Ud.	Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	208,8	2	417,6
	Ud.	Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	164,2	1	164,2
	Ud.	Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	95,6	1	95,6
	Ud.	Ud. Banqueta aislante para maniobrar apartamenta.	154,8	1	154,8
	Ud.	Ud. Par de guantes de maniobra.	55,7	1	55,7
	Ud.	Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	12,4	2	24,8
	Ud.	Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	12,4	1	12,4
PCI1		INSTALACIÓN PROTECCION CONTRA INCENDIOS	18074,44		18074,44
G01PCI		Equipos de Extinción	14940,79		14940,79
	Ud.	Ud. Botella autónoma IG-541 con pesaje AEX/STP140	1791	8	14328

	Ud. XXX Kg de Gas IG-541	1,98	245,46	486,01
	Ud. Difusor Radial 3/8 H. Calibrado IG-541 Mod. AEX/DRC38C	21,13	6	126,78
G02PCI	Equipos de Detección		3133,65	3133,65
	Ud. Panel de control Autónomo Mod AE/PX2	1655,89	1	1655,89
	Ud. Baterías recargables 12V/7 Ah Mod: B/!"-6	51,6	4	206,4
	Ud. Placa rele auxiliar para PX2 Mod AE/PX2R	50	3	150
	Ud. Detector Optico de Humo 24 V Mod AE002/OP	35,32	6	211,92
	Ud. Zocalos intercambiables de superficie Mod AE/ZCA	4,4	6	26,4
	Ud. Pulsador de Disparo Mod AE/V-PD2	18,65	4	74,6
	Ud. Pulsador de Bloqueo de extincion AE/V-PB2	18,65	4	74,6
	Ud. Cartel extincion optico Acustico uso exterior Mod AE/CEIP	76,48	4	305,92
	Ud. Protector pulsador resistente al Agua Mod. AE/V-SW5	70,98	4	283,92
	Ud. Sirena de Alarma con foco Mod. AE/V-ASFÉ	36	4	144
TOTAL INSTALACION			372883,88	

LISTADO DE PLANOS

INDICE

1.- PLANOS BAJA TENSION.

UNIFILARES

01 BT
02 BT
03 BT
04 BT
05 BT
06 BT
07 BT
08 BT
09 BT
10 BT
11 BT
12 BT
13 BT
14 BT

DISTRIBUCION

21 BT
22 BT
23 BT
24 BT
25 BT
26 BT
27 BT
28 BT
29 BT
30 BT
31 BT
32 BT
33 BT
34 BT

2.- PLANOS MEDIA TENSION.

00 MT
01 MT
02 MT
03 MT
04 MT

3.- PLANOS PCI.

01 PCI

02 PCI